This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

**Usage guidelines**

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

**About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

**Über dieses Buch**

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

**Nutzungsrichtlinien**

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

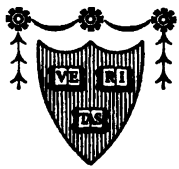
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

**Über Google Buchsuche**

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

3

Harvard College Library



BOUGHT FROM THE
ANDREW PRESTON PEABODY
FUND

BEQUEATHED BY
CAROLINE EUSTIS PEABODY
OF CAMBRIDGE

Das

# Planzeichnen,

die

# Anwendung der Meßinstrumente

und das

# militairische Aufnehmen und Croquiren.

Bearbeitet

als praktischer Leitfaden beim Selbststudium,

so wie auch

bei Vorlesungen auf Militair-Schulen,

besonders aber

für diejenigen Officiere, welche sich zu größeren militairisch-geodätischen Vermessungen vorbereiten wollen,

von

**Albrecht von Sydow,**

Capitain und Compagnie-Chef im Kaiser Franz Grenadier-Regiment.

Mit 8 erläuternden Kupfertafeln.

**Berlin, 1838.**

Verlag der Buchhandlung von Carl Friedrich Amelang.

[Brüderstraße Nr. 11.]

War 778.38

HARVARD [illegible] LIBRARY
[illegible] E
ANDREW [illegible] PEABODY
FUND
February 6, 1939

# Vorrede.

An Schriften über das militairische Aufnehmen ist kein Mangel; allein die meisten, selbst die ausgezeichnetsten, behandeln den vorgetragenen Gegenstand zu abstract. Sie zerstückeln ihn, von mathematischen Rücksichten geleitet, größtentheils so sehr, daß es dem Anfänger ungemein schwierig wird, einen Ueberblick über den Gang einer größeren Vermessung zu gewinnen, und, wenn er auch wirklich alle Lösungen der einzelnen, verbindungslos neben einander hingestellten Aufgaben begriffen hat, sie auf dem Terrain zur Aufnahme von Wegen, Gewässern, Wiesen, Orten ꝛc. practisch anzuwenden. Dies habe ich an mir selbst, an vielen meiner Cameraden erfahren, und es ist, seitdem ich zum topographischen Büreau des Königlichen Generalstabes commandirt war, kein Jahr vergangen, in dem mich nicht mindestens ein zur Vermessung commandirter Officier aufgefordert hätte, ihn in das Wesen derselben einzuführen.

Bei diesem stets wiederkehrenden Verlangen, immer genauer kennen lernend, woran es jenen Lehrbüchern hauptsächlich fehle, faßte ich den Entschluß, die während der drei Jahre jenes Commando's eingesammelten Erfahrungen in einem, das gesammte militairische Aufnehmen umfassenden, vom practischen Standpunkte aus bearbeiteten Werke niederzulegen, und mich dadurch in einem weiteren Kreise nützlich zu machen. Ich glaubte dies um so eher thun zu dürfen, als ich von dem seltenen Glücke begünstigt war, alle nur mögliche Terrainarten, Vorgebirge wie Gebirgsland, sehr durchschnittene Flußniederungen, flachhügliges und wellenförmiges Terrain, freie, wie von großen Wäldern, von Städten, zusammenhängenden Dörfern und zerstreut liegenden Gehöften bedeckte Gegenden aufzunehmen, und dabei hinreichend Gelegenheit hatte, mich in diesem Fache vollständig auszubilden.

In nachstehender Schrift, die sehr allmälig entstand, und von mir zunächst als Leitfaden bei Vorlesungen benutzt wurde, habe ich einfach auseinandergesetzt, was ich zur Ausrüstung zu einem Commando jener Art für nöthig halte, wie man sein Augenmaß und Gedächtnißvermögen für besondere Terrainverhältnisse ausbilden, die Vermessung

durch die Recognoscirung und Triangulation der bildlich darzustellenden Gegend einleiten und die Aufnahme der einzelnen Terraingegenstände, wie einer ganzen Gegend, mit den gebräuchlichsten Meßinstrumenten ausführen müsse. Mit alleiniger Ausnahme der Messung einer Standlinie mit Maßstäben (§. 235.) ist keine einzige der hierbei vorkommenden Verfahrungsarten beschrieben worden, die ich nicht practisch angewendet und, ihrem Werthe nach, kennen gelernt hätte. Was der höhern Geodäsie angehört, ist dagegen nur insofern erwähnt worden, als es in unmittelbarer Beziehung zur niederen steht.

Von der Ansicht ausgehend, daß nur der militairische Aufnehmer gute Arbeiten liefern könne, der ein gewandter Zeichner ist, die Grundzüge der Terrainlehre kennt, im Gebrauche der Meßinstrumente vollkommen geübt ist, und weiß, was man mit den letzteren zu leisten vermag, habe ich die Theorie der Situationszeichnung mit Andeutungen, wie man sich bald eine gewisse Gewandtheit im practischen Zeichnen erwerben könne, die wesentlichsten Lehren der Terrainbildung und eine sorgsame Beschreibung der Construction und der Anwendung der gebräuchlichsten Meßinstrumente vorausgeschickt. Bei Beschreibung der letzteren habe ich zugleich angegeben, wie ihre Fehler zu erkennen und zu rectificiren sind, und Elementaraufgaben mit ihnen gelöst, um hierdurch in der Darstellung der Aufnahme selbst nicht unterbrochen zu werden, und jene Lösungen als bekannt voraussetzen zu dürfen.

Kein Instrument, ja kein Theil eines solchen, wurde beschrieben, oder gezeichnet, ohne das Original vor Augen zu haben. Eine Ausführung ihrer Zeichnungen nach einem gleichen verjüngten Maßstabe schien nicht räthlich. Theils fehlte dazu, da die kleinsten die Norm hätten angeben müssen, der Darstellungsraum, wenn die Zahl der Kupferplatten, und dadurch der Preis des Werkes, nicht vermehrt werden sollte; theils war die Ausmessung der einzelnen Instrumententheile mit so großer Schwierigkeit verknüpft, daß die Mühe eines Entwurfes nach einem verjüngten Maßstabe mit dem dadurch erzeugten Vortheile in keinem Verhältnisse gestanden hätte.

Was die Darstellung anbetrifft, so habe ich mich der größten Deutlichkeit befleißigt, und vornehmlich Diejenigen im Auge gehabt, die sich nach dieser Schrift durch Selbststudium zu unterrichten geneigt sein dürften. Ob mir eine solche Deutlichkeit gelungen ist, muß ich dahingestellt sein lassen; ich glaube es indessen.

Wiewohl die Fülle des vorzutragenden Stoffes mir die Arbeit so unter den Händen schwellte, daß ich zweifelhaft wurde, ob es nicht gerathener sei, sie in zwei Bände zu zerlegen, so zog ich es doch aus doppelten Gründen vor, Alles in einem Bande vereint zu lassen. Einmal sind noch Manche von der seltsamen Meinung befangen, daß die Theorie der Situationszeichnung und der Terrainbildung eine große Nebensache sei, und daß es vollkommen genüge, wenn der militairische Aufnehmer dieselben nur oberflächlich kenne. Sie würden also den ersten, diese Lehren umfassenden, Theil des Werkes entweder gar nicht gekauft oder vielleicht ungelesen zur Seite geschoben haben, wodurch dem Zweck desselben, zur gründlichen Ausbildung in der militairischen Vermessungskunst beizutragen und dem Anfänger behilflich zu sein, das aufzunehmende Terrain mit dem geringsten Zeitaufwande naturgetreu darzustellen, nicht entsprochen wäre. Zweitens aber kann es nur mein Wunsch sein, daß dies Werk Jedem, der es sich zulegt, so lange als Rathgeber zur Seite bleibe, bis er sich die Gewandtheit in Aufnahme und Darstellung des Terrains erworben hat, die man mit Recht von einem gründlich durchgebildeten Officier erwarten kann. Für einen solchen Gebrauch ist aber ein mit einem vollständigen Inhaltsverzeichnisse versehener Band unbedingt viel bequemer als zwei Bände.

Zur Erleichterung beim Nachlesen der Beschreibung eines oder des anderen Verfahrens beim Gebrauche der Instrumente, der Triangulation, der Detailaufnahme ꝛc. habe ich jedes Capitel und jede Unterabtheilung möglichst vollständig und unabhängig von den anderen bearbeitet. Dies hat freilich den Nachtheil, daß hin und wieder Wiederholungen nicht vermieden werden konnten, obwohl dieselben durch einzelne Berufungen auf einen früheren oder späteren §. möglichst beschränkt sind. Dagegen erwächst daraus für den Gebrauch der große Vortheil, daß man bei karg zugemessener Zeit nicht viel, sondern, unbekümmert um alles Andere, nur gerade die §§. und die darin etwa bezeichneten Stellen lesen darf, die sich unmittelbar auf den fraglichen Gegenstand, z. B. auf die Aufnahme mit dem Meßtischapparate, mit dem Reflector ꝛc. oder das Croquiren, beziehen. Eben so großen Vortheil gewährt diese Behandlungsweise für den Gebrauch des Werkes auf Militair-Schulen. Der Lehrer kann dem Schüler von den verschiedenen auf einander folgenden §§. der einzelnen Abschnitte und Capitel nur diejenigen zum

Nachlesen andeuten, die er für den Standpunkt seines Wissens am geeignetsten hält, ohne bei richtiger Auswahl derselben befürchten zu dürfen, daß dem Schüler bei Uebergehung der übrigen §§. der durch das Buch hindurchlaufende Faden verloren gehe. Endlich der Schüler, welcher sich später im militairischen Aufnehmen fortbilden will, findet die dazu nöthigen Belehrungen in den vorläufig übergangenen Stellen seines Schulbuches, ohne sich ein neues Werk anschaffen zu dürfen.

Mehrere Jahre habe ich, und, wie ich mir schmeicheln darf, mit Erfolg, nach Anleitung dieser Arbeit unterrichtet, und den Vortheil jener Behandlungsweise kennen gelernt. Auch nicht einen meiner Schüler wüßte ich zu nennen, der, nach Beendigung der Lehrvorträge, auf's Feld geführt, nicht so vertraut mit dem Gebrauche der Instrumente, dem Gange der ganzen Vermessung und der Art und Weise der Aufnahme einzelner Terraingegenstände gewesen wäre, daß er nicht sofort selbstständig die Aufnahme eines kleinen Terraintheils hätte ausführen und zeichnen können.

Wer nach Anleitung dieser Schrift sich selbst unterrichten will, erlaube mir die Bemerkung, daß er bei Lösung der einzelnen Aufgaben der Triangulation und Detailaufnahme wohlthut, wenn er die auf den Kupfertafeln dargestellten terrestrischen Figuren in sehr vergrößertem Maßstabe zeichnet, aus Charten- oder Zeichnenpapier eine Tablette im verjüngten Maßstabe bildet, und alle jene Lösungen, mit Hilfe eines Lineals und Triangels, auf seinem Arbeitstische practisch ausführt, bevor er sie, in Besitz von Instrumenten gelangt, auf dem Felde anwendet. Er wird die Beschreibung viel besser verstehen, und die einzelnen Verfahrungsarten sich bei weitem sicherer aneignen, als durch bloßes Lesen.

Trotz des vom Kupferstecher, Herrn Jättnig, auf die Ausführung der Zeichnungen verwendeten großen Fleißes, der gewiß dankbar anzuerkennen ist, hat es ihm doch nicht gelingen wollen, die nach der von Müfflingschen Bergzeichnungsmethode entworfenen Terrainpartieen so darzustellen, wie ich es wohl gewünscht. Er hatte noch niemals in jener Manier gearbeitet, und mußte sich daher erst hineindenken. Man entschuldige es also, wenn zwischen Theorie und practischer Ausführung nicht überall die strengste Uebereinstimmung herrscht.

Berlin, den 1sten März 1838.

von Sydow.

# Inhaltsverzeichniß.

## Einleitung.


| | | Seite |
|---|---|---|
| Zweck einer militairischen Vermessung | §. 1. | 1 |
| Was sie für Kenntnisse voraussetzt | §. 2. | 1 |
| Sie erfordert nächstdem große Unverdrossenheit, Gewandtheit und Kunstfertigkeit | §. 3. | 2 |
| Unterschied zwischen topographischen Vermessungen u. Croquis | §. 4. | 3 |
| Note. Eintheilung der Vermessungskunst überhaupt | — | 3 |
| Plan des Werkes | §. 5. | 5 |


## Erster Abschnitt.

### Theorie des Planzeichnens.


| | | |
|---|---|---|
| Einleitung | §. 6. | 6 |


### I. Vom Maßstabe.


| | | |
|---|---|---|
| Die Größe des verjüngten Maßstabes wird durch den Zweck der Zeichnung bedingt | §. 7. | 7 |
| Der verjüngte Maßstab im Verhältniß zur natürlichen Länge | §. 8. | 7 |
| Bestimmungen über das Maßstabsverhältniß für die topographischen Arbeiten des Königlich Preußischen Generalstabs | §. 9. | 8 |
| Maßstäbe für genaue Terraindarstellungen oder Pläne, Situationspläne und Risse | §. 10. | 8 |
| Maßstäbe für topographische oder Situations-, Operations- und Dislocations-Charten | §. 11. | 9 |
| Maßstäbe für Uebersichts- oder Special- (chorographische) und General-Charten | §. 12. | 10 |
| Welche Terraingegenstände in Plänen und Charten der angegebenen Maßstäbe noch ausgedrückt werden können | §. 13. | 11 |
| Welche Genauigkeit in Zeichnungen nach den genannten Maßstäben erreicht werden kann | §. 14. | 13 |
| Jede Terraindarstellung muß einen Maßstab haben | §. 15. | 16 |
| Aus dem Maße einer verjüngten Meile das Verhältniß der letzteren zur natürlichen Länge zu finden | §. 16. | 16 |
| Nach der Verhältnißzahl des Maßstabes die Länge der verjüngten Meile in Zoll oder Zolltheilen zu finden | §. 17. | 16 |
| Zeichnung eines verjüngten Transversalmaßstabes | §. 18. | 17 |
| Note. Benutzung des Lineals und rechtwinkligen Triangels zur Errichtung von Perpendikeln und zur Zeichnung von Parallellinien. — Prüfung der Richtigkeit des Triangels | — | 17 |
| Beschreibung des Transversalmaßstabes mit Zahlen | §. 19. | 19 |
| Mittel zur Vermehrung der Uebersichtlichkeit eines solchen Maßstabes | §. 20. | 20 |
| Anwendung des Transversalmaßstabes | §. 21. | 20 |
| Maßstäbe für topographische und Uebersichtscharten | §. 22. | 20 |

Seite

Auf Papier gezeichnete Maßstäbe eignen sich nicht für einen anhaltenden Gebrauch . . . . . §. 23. 20
Zweckmäßiger sind dagegen auf Messing gravirte Maßstäbe §. 24. 21
Note. Würdigung der Maßstäbe auf Horn, Elfenbein oder Holz . . . . . — 21
Nutzen eines 12theiligen Maßstabes im Rheinländischen und Pariser Längenmaße . . . . . §. 25. 22
Nach dem Maßstabe einer Terraindarstellung das Verhältniß zur natürlichen Länge zu bestimmen, in dem die letztere gezeichnet ist . . . . . §. 26. 22

## II. Von der Projection.

Allen Terraindarstellungen liegt die orthographische Horizontal-Projection zum Grunde . . . . . §. 27. 23
Unterschied zwischen orthographischer Horizontal- und Vertikal-Projection . . . . . §. 28. 24
Grundriß (Plan), Aufriß, Durchschnittsansicht (Profil), Längen-, Quer- und Horizontal-Profil . . . . . §. 29. 24
Projection einer geneigten Fläche . . . . . §. 30. 25
Böschungswinkel, Höhe, Anlage . . . . . §. 31. 25
Verhältniß der Anlage und der Höhe geneigter Flächen zum Böschungswinkel und zu einander . . . . . §. 32. 25
Projection mehrerer aneinanderstoßenden geneigten Flächen, sowohl ebener als unebener . . . . . §. 33. 26
Aus einer Projection läßt sich unmittelbar kein Schluß auf die Beschaffenheit, die Höhe und die Böschungswinkel der Flächen machen . . . . . §. 34. 27
Unterscheidung verschieden geneigter Flächen in der Projection §. 35. 27
Maximum, welches von irgend einem Körper durch eine orthographische Projection dargestellt werden kann . . . §. 36. 27
Allgemeine Ansicht über die Projection von Punkten, Linien und Figuren . . . . . §. 37. 28
Projection von Punkten . . . . . §. 38. 28
" " von geraden Linien . . . . . §. 39. 28
" " von Parallellinien . . . . . §. 40. 30
" " krummer, gebrochener und gemischter Linien . §. 41. 30
" " von Figuren . . . . . §. 42. 31
Folgerung für die Projection von Winkeln . . . . . §. 43. 32
" " " " " " gleicher Linien, Winkel, congruenter und ähnlicher Figuren . . . . . §. 44. 33
Anwendung der vorstehenden §§. auf die Projection der Erdoberfläche . . . . . §. 45. 33
Bei bildlichen Darstellungen kleiner Erdräume wird auf die Wölbung der Erdkugelfläche keine Rücksicht genommen, wohl aber bei der größerer Erdräume . . . . . §. 46. 33
Die Gradabtheilung als Grundlage größerer militairischer Vermessungen und Charten . . . . . §. 47. 33
Construction einer Gradabtheilung . . . . . §. 48. 34
Benennung der Gradabtheilungen . . . . . §. 49. 35
Zusammenstellung d. Gradabtheilungen zu einer größern Charte §. 50. 35
Zerlegung der Gradabtheilung in Bande und Sectionen §. 51. 37
Vortheile der Eintheilung in Gradabtheilungen u. Sectionen §. 52. 37

## III. Von der Berg- oder Terrainzeichnung.

Die Terrainzeichnung muß den Character und die Physiognomie einer Gegend vollständig wiedergeben . . . . . §. 53. 38

| | | Seite |
|---|---|---|
| Wie sie dies erreichen kann | §. 54. | 38 |
| Entwickelungsgeschichte der Terrainzeichnung bis auf den Major von Müller | §. 55. | 39 |
| v. Müller's Terrainzeichnung und die der Sachsen vor dem Major Lehmann | §. 56. | 42 |
| Des Major Lehmann's Theorie der Terrainzeichnung | §. 57. | 43 |
| " " " " Mathematische Ansicht der Terrainebenheiten | §. 58. | 44 |
| " " " " Beleuchtungstheorie | §. 59. | 44 |
| " " " " Mittel zur Bezeichnung der Böschungswinkel schiefer Bergflächen | §. 60. | 45 |
| " " " " Gradationsskala | §. 61. | 46 |
| Folgerung aus dieser Skala | §. 62. | 48 |
| Die doppelte Bergzeichnung durch Kreuzstriche | §. 63. | 49 |
| Beurtheilung der Lehmannschen Terrainzeichnung | §. 64. | 51 |
| Verbesserer der Lehmannschen Terrainzeichnung | §. 65. | 53 |
| 1) Der Lieutenant Schienert und seine Manier | §. 66. | 54 |
| 2) Der Lieutenant Schneider und seine Manier | §. 67. | 56 |
| 3) Der Lieutenant von Humbert und seine Manier | §. 68. | 58 |
| 4) Der General der Infanterie Freiherr von Müffling und seine Manier | §. 69. | 59 |
| Beurtheilung der von Müfflingschen Gradationsskala | §. 70. | 61 |
| Die Lehmannsche wie die von Müfflingsche Terrainzeichnung reichen zur Darstellung eines Hochgebirges aus | §. 71. | 63 |
| Anwendung der genannten Gradationsskalen zur Darstellung von Bergformen | §. 72. | 63 |
| Zeichnung der Bergformen durch Horizontalen | §. 73. | 63 |
| Folgerung für die Lage der Horizontalen | §. 74. | 65 |
| Zeichnung der Terrainvertiefungen durch Horizontalen | §. 75. | 66 |
| Bestimmung der Entfernung der Horizontalen von einander 1) geometrisch durch den Böschungsmesser, 2) trigonometrisch durch Verhältnißzahlen | §. 76. | 67 |
| Bestimmung der Böschungswinkel aus der Entfernung der Horizontalen 1) mit Hilfe der Verhältnißzahlen geometrisch und arithmetisch, 2) mit Hilfe des Böschungsmessers | §. 77. | 72 |
| Lage der Bergstriche gegen die Horizontalen | §. 78. | 77 |
| Allgemeine Regeln für die Lage der Bergstriche gegen Schluchten ꝛc. | §. 79. | 79 |
| Genaue Bestimmung der Winkel, welche die Bergstriche mit der Schluchtlinie machen müssen | §. 80. | 79 |
| Bestimmung der Neigungswinkel der Schluchten ꝛc. aus den Winkeln der Bergstriche mit der Schluchtlinie ꝛc. | §. 81. | 81 |
| Länge der Bergstriche | §. 82. | 82 |
| Zeichnung von Zwischenhorizontalen | §. 83. | 82 |
| Formveränderung der Bergstriche | §. 84. | 83 |
| Prüfung von Terrainzeichnungen | §. 85. | 86 |
| Bestimmung der Entfernungen von Orten aus einem Plane | §. 86. | 87 |
| Zeichnung von Profilen nach Plänen 1) in der Richtung der Bergstriche, 2) die Richtung der Bergstriche durchschneidend | §. 87. | 87 |
| Welche Genauigkeit Profil-Zeichnungen gewähren | §. 88. | 93 |
| Bestimmung der Grenzen des Gesichtsfeldes nach einem Plane | §. 89. | 94 |
| Ermittelung relativer Höhen nach einem Plane | §. 90. | 95 |
| Würdigung der Höhenbestimmungen nach Plänen | §. 91. | 97 |
| Zeichnung eines Profils nach Höhenbestimmungen oder Nivellements | §. 92. | 97 |
| Ermittelung der Neigungswinkel von Wegen nach Plänen | §. 93. | 98 |

Seite

Bestimmung der Richtung eines Colonnenweges über steiles Terrain nach einem Plane . . . . . §. 94. 100
Zeichnung eines Hohlweges dessen Neigungswinkel bekannt ist §. 95. 100
Schlußbemerkung . . . . . §. 96. 102

IV. Von der Darstellung aller übrigen natürlichen und künstlichen Terraingegenstände.

Vorbemerkung . . . . . §. 97. 102
Allgemeine Regeln zur Darstellung der natürlichen und künstlichen Terraingegenstände . . . . . §. 98. 103
Verhältniß der Signaturen kleiner Terraingegenstände ꝛc. zur Bergzeichnung . . . . . §. 99. 105
Vertheilung von Licht und Schatten . . . . . §. 100. 106
Das Anlegen von Wiesen, Brüchern, Gewässern, Orten ꝛc. §. 101. 107
Zeichnung von Fluß-, Straßen- und Wegelinien ꝛc. . §. 102. 113
Das Schraffiren von Orten, Gewässern, nassen Wiesen ꝛc. §. 103. 114
Zeichnung von Bäumen und Wäldern ꝛc. . . . . §. 104. 116
Im Aufriß gezeichnete andere Signaturen . . . . . §. 105. 118

V. Von der Plan- und Chartenschrift.

Wichtigkeit der Schrift . . . . . §. 106. 118
Anforderungen an eine gute Plan- und Chartenschrift §. 107. 118
Stellung der Schrift zu den zu benennenden Gegenständen §. 108. 119
Schriftarten und Ziffern . . . . . §. 109. 120
Wahl der Schriftart und deren Größe . . . . . §. 110. 120
Die Form der Schrift . . . . . §. 111. 122
Hilfsconstruction zur Beschreibung eines Plans . . . §. 112. 123

Einige Bemerkungen über den Gang und die Methode bei Erlernung des Planzeichnens.

Allgemeine Ansicht über die Kraft der Zeichnung . . §. 113. 125
Ausbildung des Augenmaßes und der Freiheit der Hand §. 114. 126
" " der Festigkeit der Hand . . . . . §. 115. 126
Ausführung der Gradationsskala . . . . . §. 116. 127
Zeichnung einzelner Berge zur Uebung in der Freiheit und Festigkeit der Hand . . . . . §. 117. 128
Zeichnung größerer Bergpartieen mit dem Gänsekiel und der Stahlfeder . . . . . §. 118. 128
Uebung in der schnellen und charaktervollen Terrainzeichnung durch Verbannung jeder Aengstlichkeit in der Strichlage §. 119. 129
Zeichnung der übrigen Terraingegenstände, sowohl künstlicher als natürlicher, bei Darstellung eines ganzen Terrainabschnitts §. 120. 130
Uebung in der Plan- und Chartenschrift . . . . . §. 121. 131
Zeichnung der Nordlinie und des Maßstabes . . . . §. 122. 132
Vermeidung aller unnützen Bleistiftstriche und des nicht durchaus nöthigen Reibens mit Gummi elasticum . . . . §. 123. 132
Reinigen des Planes . . . . . §. 124. 133

Zweiter Abschnitt.

Auszüge aus der Terrainlehre.

Dem militairischen Aufnehmer muß die Terrainlehre, wenigstens in ihren Hauptzügen, bekannt sein, wenn er das aufzunehmende Terrain richtig auffassen und darstellen will §. 125. 134
Die Hauptformen des Terrains . . . . . §. 126. 134

## 1. Die Erhabenheiten des Bodens.


| | | Seite |
|---|---|---|
| Ein Berg und seine Theile | §. 127. | 134 |
| Hauptformen der Gehänge | §. 128. | 135 |
| Vergebenen, Hoch- und Tiefland | §. 129. | 136 |
| Berg- und Gebirgsketten, und deren Wassertheiler | §. 130. | 137 |
| Wellenförmiges, hügliges und Gebirgsterrain | §. 131. | 137 |
| Ein flaches Terrain hat nicht so bestimmt ausgeprägte Formen, wie Gebirgsterrain, daher ist die Bestimmung der Lage der Kuppen und der Wasserscheidungslinien oft schwierig | §. 132. | 138 |
| Relative und absolute Höhe | §. 133. | 139 |
| Absolute, senkrechte, wahre, örtliche u. practikable Entfernung | §. 134. | 140 |


## 2. Die Vertiefungen des Bodens.


| | | |
|---|---|---|
| Wasserfurchen und Schluchten ꝛc. | §. 135. | 141 |
| Die Thäler und ihre Theile | §. 136. | 141 |
| Die Wasserspülung und ihre Wirkung | §. 137. | 141 |


## 3. Die fließenden Gewässer.


| | | |
|---|---|---|
| Ein Flußbett, seine Gestalt, sein Gefälle ꝛc. | §. 138. | 142 |
| Die Krümmungen u. die Spülung eines fließenden Gewässers | §. 139. | 143 |
| Schluß vom Laufe eines Flusses auf seine Thalwände, und von dem zweier Flüsse auf den zwischen ihnen streichend. Höhenzug | §. 140. | 143 |
| Bemerkungen über den allgemeinen Wasserzug und über die Vereinigung fließender Gewässer | §. 141. | 144 |


## 4. Die stehenden Gewässer.


| | | |
|---|---|---|
| Pfützen, Pfühle, Teiche, See'n ꝛc. | §. 142. | 145 |
| Bruch, Sumpf, Moor, Morast ꝛc. | §. 143. | 146 |
| Nasse und trockene Wiesen und Weichland | §. 144. | 146 |


## 5. Eintheilung des Terrains in militairischer Beziehung.


| | | |
|---|---|---|
| Offnes, bedecktes, orographisches und coupirtes (hydrographisches) Terrain | §. 145. | 147 |
| Terrainabschnitte und Terraineinschnitte | §. 146. | 148 |
| Schlußbemerkung | §. 147. | 149 |


# Dritter Abschnitt.

## Construction und Gebrauch der gewöhnlichsten Meßinstrumente.


| | | |
|---|---|---|
| Die genaue Kenntniß der brauchbarsten Meßinstrumente ist für den militairischen Aufnehmer unerläßlich | §. 148. | 150 |
| Die Zahl der Meßinstrumente ist außerordentlich groß, die brauchbarsten derselben interessiren jedoch nur den milit. Aufnehmer | §. 149. | 151 |


## 1. Die Wasserwage, Libelle oder das Niveau.


| | | | |
|---|---|---|---|
| A. | Beschreibung der dosenförmigen Wasserwage | §. 150. | 151 |
| B. | " " " röhrenförmigen " | §. 151. | 153 |
| | Gebrauch der Libellen | §. 152. | 155 |


## 2. Der Meßtisch, die Mensel.


| | | | |
|---|---|---|---|
| | Erklärung; Eigenschaften eines guten Meßtisches | §. 153. | 156 |
| A. | Beschreibung des Meßtischblattes | §. 154. | 157 |
| B. | Die Bewegung, der Kopf oder Aufsatz. Allgemeine Bemerkungen darüber | §. 155. | 159 |
| a. | Der sogenannte sächsische oder Lehmannsche Kopf | §. 156. | 160 |

| | | Seite |
|---|---|---|
| Beurtheilung desselben | §. 157. | 162 |
| b. Der sächsische Kopf mit einem Kugel- oder Nußgelenk | §. 158. | 162 |
| Beurtheilung desselben | §. 159. | 162 |
| c. Der Kopf mit drei senkrechten Stellschrauben und ohne Mikrometerschraube | §. 160. | 163 |
| Beurtheilung desselben | §. 161. | 163 |
| d. Der Kopf mit drei senkrechten Stellschrauben, einem Kugelgelenk und einer Mikrometerschraube älterer und neuerer Art | §. 162. | 164 |
| Beurtheilung desselben | §. 163. | 167 |
| e. Der sogenannte münchener Kopf mit drei horizontalen Stellschrauben und einer Mikrometerschraube | §. 164. | 167 |
| Beurtheilung desselben | §. 165. | 169 |
| f. Der sogenannte Berliner Kopf ohne Mikrometerschr. | §. 166. | 170 |
| Beurtheilung desselben | §. 167. | 171 |
| C. Das Fußgestell oder Stativ. | | |
| Beschreibung des älteren Stativs | §. 168. | 172 |
| " " " Lehmannschen Stativs | §. 169. | 173 |
| " " " münchener Stativs | §. 170. | 174 |
| Einrichtung des Meßtischblattes zum Verschieben | §. 171. | 176 |
| Prüfung und Conservation des Meßtisches. | | |
| a) Prüfung des Meßtisches | §. 172. | 177 |
| b) Conservation desselben | §. 173. | 179 |
| Benennung der zu einem Meßtischapparate gehörigen Instrumente | §. 174. | 180 |


## 3. Das Diopterlineal, Visirlineal oder die Alhidade.


| | | |
|---|---|---|
| Beschreibung desselben | §. 175. | 180 |
| Prüfung der Richtigkeit des Diopterlineals | §. 176. | 182 |
| Einrichtung des Diopterlineals zur Messung von Vertikalwinkeln und zur Berechnung von Höhen und Tiefen | §. 177. | 184 |
| Ausführung dieser Messung und Berechnung | §. 178. | 186 |


## 4. Das Diopterfernrohr oder die Kippregel.


| | | |
|---|---|---|
| Beschreibung desselben | §. 179. | 188 |
| Beschreibung des Nonius oder Vernier | §. 180. | 191 |
| Prüfung der Richtigkeit des Diopterfernrohrs | §. 181. | 194 |
| Gebrauch des Diopterlineals und Diopterfernrohrs in Verbindung mit dem Meßtische. | | |
| Was Meßtisch und Diopterlineal (Diopterfernrohr) leisten und was jeder Messung mit ihnen vorangehen muß | §. 182. | 196 |
| Aufnahme einer terrestrischen geraden Linie mit dem Meßtische und Messung eines Winkels aus dem Scheitelpunkte desselben | §. 183. | 197 |
| Fixirung des Diopterlineals an einem gegebenen Punkte auf der Tablette durch eine Stations- oder Anschlags-Nadel | §. 184. | 197 |
| Das Orientiren des Meßtisches durch Rückwärtsvisiren (Rücksicht) | §. 185. | 198 |
| Messung von Winkeln, in deren Scheitelpunkt man sich nicht aufstellen kann, Construction eines einem terrestrischen ähnlichen Dreiecks auf der Tablette und Messung von Entfernungen mit Hülfe des Meßtisches | §. 186. | 199 |
| Abstecken von beliebigen Winkeln und Figuren, wie von Parallellinien mit Hilfe des Meßtisches und Diopterlineals | §. 187. | 200 |

## 5. Die Einlothzange oder Gabel.

Seite
Beschreibung und Gebrauch derselben . . . . . §. 188. 203

## 6. Die Orientirbouſſole oder das Declinatorium.

Beschreibung derselben . . . . . §. 189. 204
Gebrauch der Orientirbouſſ. zum Orientiren des Meßtisches §. 190. 207
Prüfung der Richtigkeit der Orientirbouſſole . . . . §. 191. 209
Bemerkungen über den magnetischen und wahren Norden, die Declination und Inclination der Magnetnadel . §. 192. 210
Ermittelung der wahren Nordlinie und der Größe des Declinationswinkels . . . . . §. 193. 211

## 7. Die Bouſſole zum Winkelmeſſen.

Beschreibung derselben . . . . . §. 194. 215
Prüfung der Richtigkeit derselben . . . . . §. 195. 217
Gebrauch der Bouſſole zur Winkelmeſſung . . . . §. 196. 218
" " " " zum Abſtecken von Perpendikeln, beliebigen Winkeln und Figuren, wie von Parallellinien §. 197. 220
Bei Meſſungen mit der Bouſſole iſt die größte Vorſicht nöthig §. 198. 221
Auftragung der mit der Bouſſole gemeſſenen Winkel mit dem Transporteur und mit der Bouſſole ſelbſt . . . §. 199. 222

## 8. Die Patentbouſſole.

Beschreibung derselben . . . . . §. 200. 224
Prüfung derselben . . . . . §. 201. 227
Gebrauch und Beurtheilung der Patentbouſſole . . . §. 202. 228

## 9. Das Aſtrolabium.

A. Beschreibung des gemeinen Aſtrolabiums . . . §. 203. 229
B. " " Aſtrolabiums mit Orientirbouſſole §. 204. 230
C. " " " " Fernröhren . . §. 205. 232
Das Stativ des Aſtrolabiums . . . . . §. 206. 233
Prüfung des Aſtrolabiums . . . . . §. 207. 234
Gebrauch des Aſtrolabiums zur Meſſung von Horizontalwinkeln ohne und mit Repetition und Auftragung der gemeſſenen Winkel . . . . . §. 208. 235
Gebrauch des Aſtrolabiums zur Meſſung von Vertikalwinkeln und von Höhen . . . . . §. 209. 238

## Die Theorie der Spiegelinſtrumente.

Katoptriſche Erfahrungsſätze und Folgerungen daraus für die Conſtruction von Spiegelinſtrumenten . . . . §. 210. 239
Nothwendige Eigenſchaften wie Vortheile und Nachtheile der Spiegelinſtrumente . . . . . §. 211. 248

## 10. Der katoptriſche oder katadioptriſche Zirkel.

Beschreibung deſſelben . . . . . §. 212. 249
Prüfung des Inſtrumentes . . . . . §. 213. 251
Gebrauch des katoptriſchen Zirkels a) zur Winkelmeſſung §. 214. 253
b) zum Auftragen gemeſſener Winkel . . . . . §. 215. 254

## 11. Der Reflector.

Beschreibung deſſelben . . . . . §. 216. 255
Prüfung deſſelben . . . . . §. 217. 257

Seite

Gebrauch des Instrumentes zur Messung von geneigten und horizontalen Winkeln wie zur Absteckung von Perpendikeln ꝛc. . . . . §. 218. 258
Practische Reduction geneigter Winkel auf den Horizont §. 219. 260
Messung von Vertikalwinkeln durch den Reflector und katoptrischen Zirkel mit und ohne Hilfe eines künstlichen Horizontes . . . . . §. 220. 260
Auftragen der gemessenen Winkel mit dem Reflector . §. 221. 261
Messung ungangbarer Entfernungen mit dem Reflector und katoptrischen Zirkel . . . . . §. 222. 262

12. Schmalkalder's Höhenmesser.

Beschreibung des Instrumentes . . . . . §. 223. 263
Gebrauch desselben . . . . . §. 224. 264

13. Der Schienertsche Böschungsmesser oder Quadrant.

Beschreibung des Instrumentes . . . . . §. 225. 265
Gebrauch desselben . . . . . §. 226. 266

14. Die Meßkette, die Meßschnur und das Meßband.

A. Beschreibung der Meßkette . . . . . §. 227. 267
B. " " " Meßschnur . . . . . §. 228. 269
C. " " des Meßbandes . . . . . §. 229. 269
Gebrauch dieser Instrumente . . . . . §. 230. 269
Werth und Fehler der Messungen mit einer Meßkette ꝛc. §. 231. 275

15. Maßstäbe, Maßstöcke oder Meßstangen.

Beschreibung derselben . . . . . §. 232. 276
Gebrauch der Maßstäbe auf ebenem Boden . . . . §. 233. 277
" " " " " stetig geneigtem Boden . §. 234. 279
" " " " " sehr unebenem Terrain mit Hilfe von Schemeln und von Brücken . . . . . §. 235. 279

Allgemeine Bemerkungen

über die vorbeschriebenen Instrumente und Classification der letzteren . . . . . §. 236. 283

17. Die Canalwage.

Beschreibung derselben . . . . . §. 237. 285

18. Das Nivellirdiopter.

Beschreibung des Instrumentes . . . . . §. 238. 286

19. Das Nivellirfernrohr.

Beschreibung desselben . . . . . §. 239. 287
Prüfung des Instrumentes . . . . . §. 240. 288

20. Die Nivellirmaßstäbe.

Beschreibung derselben . . . . . §. 241. 289

Gebrauch der Nivellirinstrumente und Anfertigung von Nivellirrissen.

Gebrauch der Nivellirinstrumente . . . . . §. 242. 290
Anfertigung von Nivellirrissen . . . . . §. 243. 294
Schlußbemerkung. Diopter- oder Winkelkreuz; Diopter- oder Winkelknopf; Diopter- oder Winkelscheibe; Theodolit, Heliotrop, Diastimeter ꝛc. . . . . §. 244. 295

# Vierter Abschnitt.

## Darstellung des Verfahrens bei einer militairischen Vermessung hauptsächlich mit dem Meßtische.

### Einleitung.


| | | Seite |
|---|---|---|
| Der Meßtisch das vorzüglichste Instrument zu militairischen Vermessungen | §. 245. | 298 |
| Bei kleineren militairischen Vermessungen wird die Kugelgestalt der Erde nicht, bei größeren genau berücksichtigt | §. 246. | 299 |
| Uebersicht einer geographisch-astronomischen Triangulation oder trigonometrischen Netzlegung | §. 247. | 299 |
| Der trigonometrischen Netzlegung muß eine Recognoscirung vorangehen | §. 248. | 301 |
| Eintragung des Netzes in die Gradabtheilungen und Sectionen nach seiner astronomischen Orientirung | §. 249. | 302 |
| Eine kleine Vermessung erfordert im Allgemeinen dieselben Vorbereitungen, aber in der Regel nur ein geometr. Netz | §. 250. | 304 |
| Beurtheilung der Instrumente zur geometr. Netzlegung | §. 251. | 305 |
| Der in diesem Abschnitt beobachtete Gang | §. 252. | 306 |


### I. Die Ausrüstung zur Vermessung.


| | | |
|---|---|---|
| Wichtigkeit einer zweckmäßigen Ausrüstung | §. 253. | 306 |
| Welche Instrumente und Gegenstände in der Regel einem zu einer größeren militairisch-geodätischen Vermessung commandirten Officier übergeben werden | §. 254. | 307 |


Der Detailaufnehmer hat selbst zu sorgen

#### A. An Instrumenten


| | | | |
|---|---|---|---|
| 1) | für ein Reißzeug | §. 255. | 308 |
| 2) | " ein eisernes oder hölzernes großes Lineal und eben solchen großen Triangel | §. 256. | 310 |
| 3) | " einen Stangenzirkel | §. 257. | 310 |
| 4) | " einen Halbirungs- und Reductionszirkel | §. 258. | 311 |
| 5) | " einen messingenen Transversalmaßstab | §. 259. | 315 |
| 6) | " eine Croquirtafel oder Croquirplanchette | §. 260. | 315 |
| 7) | " ein Instrument zur Messung von Böschungswinkeln | §. 261. | 317 |
| 8) | " Stationsnadeln, Pincette und Reißpinnen | §. 262. | 317 |
| 9) | " ein Taschenfernrohr | §. 263. | 319 |
| 10) | " eine feine Feile zum Anschärfen der Bleistifte | §. 264. | 319 |


#### B. An Zeichnenmaterialien und dazu gehörigen Geräthschaften


| | | | |
|---|---|---|---|
| 1) | für Bleifedern | §. 265. | 319 |
| 2) | " Gummi elasticum und geschabtes weißes Schafleder | §. 266. | 320 |
| 3) | " Tusche und andere Farben in Stücken u. Fläschchen | §. 267. | 321 |
| 4) | " Tuschnäpfe | §. 268. | 323 |
| 5) | " Pinsel und Pinselstöcke | §. 269. | 323 |
| 6) | " Zeichnenfedern | §. 270. | 323 |
| 7) | " Zeichnenpapier | §. 271. | 325 |
| 8) | " einen Wasserschwamm | §. 272. | 326 |
| 9) | " Mundleim | §. 273. | 326 |
| 10) | " feines Papier zum Ueberzuge über die Tablette | §. 274. | 327 |
| 11) | " eine Schere | §. 275. | 328 |
| 12) | " Pflanzen- oder Oelpapier zu Anbindungen ꝛc. | §. 276. | 328 |


#### C. An Schreibmaterialien


| | | |
|---|---|---|
| für Papier, Federn ꝛc. | §. 277. | 329 |

### D. An verschiedenen anderen Gegenständen

Seite

1) für ein Arbeits- oder Croquirtäschchen . . . . . §. 278. 329
2) „ eine Ledertasche in Form einer Kartousche mit Tragriemen . . . . . §. 279. 330
3) „ ein Kästchen für Zeichneninstrumente, Zeichnen- u. Schreibmaterialien . . . . . §. 280. 330
4) „ eine blecherne Büchse zum Transport von Zeichnenpapier und Zeichnungen . . . . . §. 281. 331
5) „ einen Regenschirm . . . . . §. 282. 331
6) „ Flaggen zu Meßfahnen . . . . . §. 283. 332
7) „ Arbeitshandschuhe . . . . . §. 284. 332

## II. Ankunft auf dem aufzunehmenden Terrain und erste Geschäfte.

Ankunft auf dem aufzunehmenden Terrain . . . . §. 285. 333
Bespannen des Meßtischblattes mit Papier . . . . §. 286. 334
Auftragen der Sectionsgrenzen und trigonometrischen Punkte auf die Tablette . . . . . §. 287. 335
Anlegung eines Registers für die geschnittenen und anvisirten Punkte . . . . . §. 288. 338
„ „ „ Namenbuches für die benannten Terraingegenstände . . . . . §. 289. 339
„ „ „ Arbeitsjournals oder Tagebuches . . §. 290. 340

## III. Recognoscirung des aufzunehmenden Terrains.

Zweck der Recognoscirung . . . . . §. 291. 342
Bestimmung der Punkte für Signale . . . . . §. 292. 344
Die Recognoscirung wird durch eine Specialcharte sehr erleichtert . . . . . §. 293. 345
Ueber Wegweiser und Boten und deren Glaubwürdigkeit bei Recognoscirungen . . . . . §. 294. 345
Entwurf des Arbeitsplans auf Grund der Recognoscirung §. 295. 346

## IV. Ausmessung der Standlinie (Basis) oder irgend einer geraden Linie.

Lage der Standlinie . . . . . §. 296. 347
Länge der Standlinie . . . . . §. 297. 348
Die Ausmessung einer geraden Linie kann direct und indirect geschehen . . . . . §. 298. 349

### A. Directe Messung einer geraden Linie.

Nothwendigkeit, eine direct zu messende gerade Linie durch Zwischenpunkte zu bezeichnen oder abzustecken . . . §. 299. 349
Mittel zum Abstecken gerader Linien. Fluchtstäbe oder Absteckestangen, Zwischensignale und Meßfahnen . . . §. 300. 349
Abstecken gerader Linien:
a. wenn man sich an den Endpunkten derselben aufstellen, und von einem den andern sehen kann . . . . . 301. 350
b. wenn man zwar von einem Endpunkt zum andern sehen, sich aber an denselben nicht aufstellen kann . . §. 302. 352
c. wenn von einem Endpunkt der andere nicht zu sehen ist §. 303. 353
Benutzung des Meßtisches und Astrolabiums zum Alligniren zwischen zwei Punkten . . . . . §. 304. 354
Benutzung der Bousole zu eben jenem Zweck . §. 305. 355
d. wenn von irgend einem Punkt nach einer beliebigen Richtung eine gerade Linie abgesteckt werden soll . . §. 306. 356

Seite

Ausführung der directen Längenmessung . . §. 307. 357

B. Indirecte Messung einer geraden Linie oder ungangbarer Entfernungen.

Vorbemerkung . . . . . §. 308. 357

a. Mit dem Meßtische:

1. Wenn man nur zu einem Endpunkte der zu messenden geraden Linie gelangen und sich auf demselben aufstellen kann . . . . . §. 309. 358

2. Wenn man sich in keinem der Endpunkte, wohl aber in deren Alignement, entweder zwischen beiden Endpunkten oder in der Verlängerung des Alignements aufstellen kann §. 310. 359

3. Wenn man sich in keinem Punkte der zu messenden Linie, aber auf einem seitwärts angenommenen Punkte aufstellen und die Entfernungen des letzteren Punktes von den Endpunkten der Linie direct messen kann . . . . §. 311. 360

4. Wenn man sich in keinem Punkt der zu messenden Linie aufstellen, zu keinem Endpunkt derselben gelangen, aber seitwärts eine gerade Linie abstecken und messen kann §. 312. 360

b. Mit den übrigen Winkelmeßinstrumenten, welche die gemessenen Winkel in Graden angeben, verfährt man bei Messung ungangbarer Weiten ähnlich, wie mit dem Meßtische . . . . . §. 313. 362

c. Mit alleiniger Hilfe von Distancenmessern. Bemerkung darüber . . . . . §. 314. 362

1. Wenn man von einem seitwärts gelegenen Punkt zu den Endpunkten der geraden Linie in gerader Richtung gelangen kann . . . . . §. 315. 363

2. Wenn man von einem seitwärts gelegenen Punkte nur zu einem der Endpunkte der zu messenden Linie und zu einem in ihrer Verlängerung gelegenen Punkte kommen kann §. 316. 363

3. Wenn man weder zu den Endpunkten der zu messenden Linie gelangen, noch sich in ihrem Alignement aufstellen kann . . . . . §. 317. 364

V. Triangulation oder Netzlegung.

Vorbemerkung . . . . . §. 318. 366

A. Wenn eine Standlinie gemessen ist.

1. Wenn man sich in den Endpunkten der Basis aufstellen kann. — Mit dem Meßtische durch Vorwärtsabschneiden §. 319. 367

2. Wenn man sich nur in einem Endpunkte der Standlinie stationiren kann. — Mit dem Meßtische durch Seitwärtsabschneiden . . . . . §. 320. 371

Benutzung der übrigen Winkelmeßinstrumente zur Bestimmung eines dritten Punktes aus beiden oder aus einem Endpunkte der Basis mit Hilfe geometrischer Construct. wie trigonometrischer Berechnung §. 321. 372

3. Wenn man sich in keinem Endpunkt der Standlinie, wohl aber im Alignement derselben, entweder zwischen beiden Endpunkten oder in der Verlängerung der Basis aufstellen kann. — Mit dem Meßtische durch Rückwärtseinschneiden nach zwei Punkten mit Hilfe des Alignem. §. 322. 375

Mit Hilfe der geometrischen Winkelmeßinstrumente durch Construction und trigonometrische Berechnung . . §. 323. 376

4. Wenn man sich weder in den Endpunkten der Standlinie noch im Alignement derselben aufstellen kann:

Seite

a) mit dem Meßtische durch Rückwärtseinschneiden nach zwei Punkten durch Annäherung . . . §. 324. 377
b) mit dem Meßtische durch Rückwärtseinschneiden nach zwei Punkten mit Hilfe d. Orientirbouss. §. 325. 379
c) mit Hilfe der übrigen Winkelmeßinstrumente durch geometrische Construction und trigonometr. Berechnung §. 326. 381

Vom Centriren der Winkel:

Entwickelung einer Formel zum Centriren der Winkel §. 327. 388
Delambresche Formel zu eben diesem Zweck . . . §. 328. 392
Das Centriren der Winkel auf dem Meßtische . . §. 329. 394

**B. Wenn trigonometrisch berechnete oder überhaupt feste Punkte gegeben sind.**

Es können 2, 3 und mehr Punkte, oder auch nur 1 Punkt gegeben sein . . . . . §. 330. 395

a. Wenn nur zwei feste Punkte gegeben sind.

Man verfährt gerade so, als ob eine Basis gemessen wäre §. 331. 395
Einstellen der Orientirboussole und deren Werth . . §. 332. 395

b. Wenn mehr als zwei feste Punkte gegeben sind.

Prüfung und Berichtigung der gegebenen Punkte . . §. 333. 397
Wenn man sich auf 3, 2 oder nur auf einem der gegebenen Punkte aufstellen kann durch Vorwärts- oder Seitwärtsabschneiden . . . . . §. 334. 399
Wenn man sich auf keinem von 3 gegebenen Punkten aufstellen oder von keinem derselben einen andern festen Punkt sehen kann, durch Rückwärtseinschneiden. — Bemerkungen über das letztere Verfahren . . . §. 335. 399
Geometrische Sätze, auf welchen das Rückwärtseinschneiden nach drei Punkten beruht . . . . . §. 336. 400
Welche Lage der Standort gegen die einen Triangel bildenden gegebenen Punkte haben kann . . . . §. 337. 402

1. Wenn der Standort in einer Seite des gegebenen Triangels oder in deren Verlängerung liegt:
   a) mit dem Meßtische . . . . . §. 338. 403
   b) mit den übrigen Winkelmeßinstrumenten . §. 339. 404
2. Wenn der Standort innerhalb des gegebenen Triangels liegt:
   a) mit dem Meßtische . . . . . §. 340. 404
   b) mit den übrigen Winkelmessern, durch geometrische Construction . . . . . §. 341. 408
   Anwendung der geometrischen Construction durch Uebertragung der Peripherie-Winkel auf das Rückwärtseinschneiden mit dem Meßtische . . . . §. 342. 410
3. Wenn der Standort außerhalb des gegebenen Dreiecks, jedoch noch innerhalb des Kreises liegt, den man sich durch die Dreiecksspitze gelegt denkt:
   a) mit dem Meßtische . . . . . §. 343. 411
   b) mit den übrigen Winkelmessern, durch geometrische Construction . . . . . §. 344. 412
4. Wenn der Standort außerhalb des Kreises, aber einer Seite des gegebenen Dreiecks gegenüber liegt:
   a) mit dem Meßtische . . . . . §. 345. 413
   b) mit den übrigen Winkelmeßinstrumenten, durch geometrische Construction . . . . . §. 346. 413

Seite

5. Wenn der Standort außerhalb des Kreises und einer Spitze des gegebenen Dreiecks gegenüber liegt :
a) mit dem Meßtische . . . . . §. 347. 413
b) mit den übrigen Winkelinstrumenten, durch geometrische Construction . . . . . §. 348. 414
Anwendung der letzteren Construction durch Umtragung der Peripherie-Winkel auf das Rückwärtseinschneiden mit dem Meßtische . . . . . §. 349. 415
6. Wenn der Standort in der Peripherie des Kreises liegt, den man sich durch die Dreiecksspitzen gelegt denkt §. 350. 415
Wenn die drei gegebenen Punkte in einer geraden Linie liegen . . . . . §. 351. 416
Wahl der Punkte und des Standortes zum Rückwärtseinschneiden, wenn mehr als drei Punkte gegeben oder bereits auf dem Meßtische festgelegt sind . . . . . §. 352. 417
Bestimmung eines vierten Punktes nach drei gegebenen durch geometrische Winkelmesser und trigonometrische Berechnung. — Pothenotsche Aufgabe od. Problem d. vier Punkte §. 353 419
Würdigung einiger anderen Methoden des Rückwärtseinschneidens mit dem Meßtische . . . . . §. 354. 432
1) mit Hilfe der Orientirbouſſole . . . . . §. 355. 432
2) mit Hilfe des dreifüßigen Zirkels . . . . . §. 356. 433
3) mit Hilfe des durchsichtigen Pflanzenpapiers . . §. 357. 434
4) mit Hilfe einer geometrischen Construction durch Verzeichnung zweier excentrischer Kreise . . . . . §. 358. 435
Große Vortheile, welche das Rückwärtseinschneiden nicht nur für die Triangulation, sondern auch für die Detailaufnahme gewährt . . . . . §. 359. 437

c. Wenn nur ein trigonometrisch bestimmter Punkt gegeben ist.

1. Wenn in den angrenzenden Sectionen feste Punkte vorhanden sind . . . . . §. 360. 438
2. Wenn auch die angrenz. Sect. keine festen Punkte haben §. 361. 439

d. Wenn kein trigonometrisch bestimmter Punkt gegeben ist.

1. Wenn in den angrenzenden Sectionen feste Punkte vorhanden sind . . . . . §. 362. 440
2. Wenn auch die angrenz. Sect. keine festen Punkte haben §. 363. 441

C. Wenn eine Standlinie weder gemessen noch in festen Punkten gegeben werden kann.

Welcher Mittel man sich bedient, um ein richtiges geometrisches Netz zu erhalten . . . . . §. 364. 441

VI. Die Detailaufnahme.

Vorbemerkung . . . . . §. 365. 442

Vom Schrittmaßstabe und Abschreiten.

Bemerkungen über die Schritte . . . . . §. 366. 444
Anfertigung und Gebrauch eines Schrittmaßstabes . . §. 367. 444
Ueber Abschreiten von Entfernungen und Fehler, die dabei begangen werden können . . . . . §. 368. 445
Das Schrittzählen und Abschreiten nach einem Schrittzähler oder einer Uhr . . . . . §. 369. 446
Bestimm. von Entfern. nach Pferdeschritt. u. Galoppsprüngen §. 370. 448
Anmerk. Ueber Distancenmessungen durch den Schall — 448

## Von dem Augenmaße und der Ausbildung desselben.

Seite
Allgemeine Bemerkungen über das Augenmaß . . . §. 371. 449
Wodurch die Beurtheilung von Entfernungen und der Größe von Gegenständen bedingt wird . . . . . §. 372. 450
Practische Erfahrungssätze . . . . . §. 373. 453
Ausbildung des Augenmaßes zur Abschätzung von Entfernungen, Winkeln und Höhen . . . . . §. 374. 458

## Beschreibung der Aufnahme einzelner Terraingegenstände.

### 1. Die Aufnahme von Straßen und Wegen oder von gebrochenen geraden Linien.

Verschiedene Wege, die man dabei einschlagen kann . §. 375. 461
A. Mit dem Meßtische:
a) Durch Vorwärtsvisiren und Messen der einzelnen Theile der gebrochenen Wegelinie . . . . . §. 376. 462
Beurtheilung des Verfahrens . . . . . §. 377. 464
b) Durch Vorwärts- und Rückwärtsvisiren, Orientiren des Meßtisches mit der Orientirbouſſole und Messen der einzelnen Theile der gebrochenen Wegelinie . . . §. 378. 464
Beurtheilung dieses Verfahrens . . . . . §. 379. 466
c) Durch Rückwärtseinschneiden und Vorwärtsvisiren §. 380. 467
Beurtheilung des Verfahrens . . . . . §. 381. 467
d) Durch Seitwärtsabschneiden, Orientiren durch Rücksicht und Vorwärtsvisiren . . . . . §. 382. 469
Beurtheilung desselben . . . . . §. 383. 470
e) Mit Hilfe einer Standlinie und Vorwärtsabschneiden §. 384. 470
Beurtheilung desselben . . . . . §. 385. 471
f) Durch Abciſſen und Ordinaten . . . . . §. 386. 471
Abkürzungen bei Ausführung der beschriebenen Methoden §. 387. 472
Was mit der Aufnahme von Wegen oder gebrochenen geraden Linien verbunden werden muß . . . . . §. 388. 473
B. Mit den geometrischen Winkelinstrumenten.
Verschiedene Verfahrungsarten und Beurtheilung derselben §. 389. 473
Der katoptrische Zirkel und Reflector eignen sich wenig zur Aufnahme gebrochener Linien; die Bouſſolen bieten dagegen große Vortheile dar . . . . . §. 390. 475
C. Durch Croquiren od. Aufnehmen nach d. Augenmaße.
Zu unterscheidende Fälle . . . . . §. 391. 476
a) Das Croquiren von Wegen im Laufe einer größeren Vermeſſ. — Beurtheilung der Wege nach ihrer Wichtigkeit, und ob sie croquirt oder mit Instr. aufgenommen werden müssen §. 392. 477
α) mit Hilfe der Croquirplanchette . . . . . §. 393. 479
Beurtheilung des Verfahrens . . . . . §. 394. 479
β) mit der bloßen Schreibtafel . . . . . §. 395. 480
Beurtheilung des Verfahrens . . . . . §. 396. 482
Berichtigung der Messungs- oder Croquirfehler . §. 397. 483
Stützpunkte beim Croquiren . . . . . §. 398. 485
Wo man vom Croquiren der Wege zur Vermeſſung derselben mit Instrumenten übergehen muß . . . . §. 399. 486
b) Das Croquiren von Wegen, unabhängig von einer größeren Vermeſſung, als selbstständige Arbeit:
Anfertigung des Croquis einer gewöhnlichen Straße oder eines Weges . . . . §. 400. 486
" " " " eines Colonnen-Weges u. der dazu gehörig. Wegebeschreibung §. 401. 488

2. Die Aufnahme von fließenden Gewässern, oder überhaupt von krummen Linien, daher krummen Wegen, See- oder Küstenrändern, Wiesen-, Bruch-, Waldgrenzen ꝛc.

Seite

Verschiedene Wege, die man dabei einschlagen kann . §. 402. 491

A. Mit dem Meßtische.

a) Durch Abcissen und Ordinaten . . . . . §. 403. 492
Regeln z. Anfertig. einer Brouillonzeichn. krummer Linien §. 404. 496
Führung eines Manuals der gemessen. Längen u. Winkel §. 405. 497
b) Anwendung verschiedener anderer Verfahrungsarten §. 406. 498

B. Mit geometrischen Winkelinstrumenten.

Beschreibung der Art ihres Gebrauchs . . . . . §. 407. 500

C. Durch Croquiren oder nach dem Augenmaße.

Croquiren krummer, vornehmlich Flußlinien, im Laufe einer größern Vermessung . . . . . §. 408. 501
Croquiren v. Flußlin. zu mil. Zwecken als selbstständige Arbeit §. 409. 501
Wann u. wie beide Flußufer genau aufgenomm. werden müssen §. 410. 502
Ermittelung der Breite fließender Gewässer . . . . §. 411. 503
Worauf bei d. Aufnahme fließ. Gewäss. noch ferner zu achten ist §. 412. 508
Flußbeschreibungen zur Erläuterung von Flußaufnahmen §. 413. 509

3. Die Aufnahme von stehenden Gewässern, See'n, Teichen ꝛc.

a. Mit Hilfe von Meßinstrumenten . . . . . §. 414. 513
b. Nach dem Augenmaße . . . . . §. 415. 516

4. Die Aufnahme von Wiesen und von anderen gerad- und krummlinig begrenzten Figuren.

a. Durch Umgehung oder Umziehung . . . . . §. 416. 517
b. Aus einem Punkte des Umfanges oder der Mitte §. 417. 519
c. Mit Hilfe einer oder mehrerer Standlinien . . §. 418. 521
d. Wenn sich ein Bach durch die aufzunehm. Wiese schlängelt §. 419. 521
e. Nach dem Augenmaße . . . . . §. 420. 522
Unterscheidung der trocknen und nassen Wiesen . . . §. 421. 523

5. Die Aufnahme von Wäldern.

Vorbereitungen zur Waldaufnahme . . . . . §. 422. 523
Die Waldaufnahme selbst . . . . . §. 423. 524
Worauf bei Waldaufnahmen ferner zu achten ist . . §. 424. 525
Aufnahme des Bergterrains in Wäldern . . . . . §. 425. 526

6. Die Aufnahme von großen Brüchern, Sümpfen ꝛc.

Wie sie bewirkt wird, u. was dabei besonders zu beachten ist §. 426. 528

7. Die Aufnahme der Unebenheiten des Bodens.

Vorbemerkung . . . . . §. 427. 529
Bestimmung der Lage der Horizontalen auf dem Terrain und deren Aufnahme mit Hilfe des Meßtisches . . . §. 428. 531
Bestimm. d. Lage der Horiz. auf dem Terrain mit Nivellirinstr. §. 429. 534
Beurtheilung der Bestimmung und Aufnahme der Horizontalen mit Hilfe von Meß- und Nivellirinstrumenten . §. 430. 535
Die Unebenh. des Terr. werden bei mil. Vermess. nur croquirt §. 431. 536
1. Sorgsames Croquiren derselben mit Hilfe von Meßinstr. §. 432. 536
2. Flüchtiges Croquiren derselben:
a) mit Hilfe von Meßinstrumenten . . . . . §. 433. 544
b) wenn Höhenterrain in eine schon vorhandene Aufnahme eingetragen werden soll . . . . . §. 434. 546
c) ohne alle Hilfe von Meßinstrumenten . . . . §. 435. 549
Bemerkungen über die Aufnahme eines Gebirgsterrains im Vergleich mit der eines flachen Terrains . . . . . §. 436. 553

Seite
Die Terrainaufn. darf weder zu peinlich noch sorglos geschehen §. 437. 556

8. Die Aufnahme bewohnter Orte.

A. Mit Meßinstrumenten.

Aufnahme zusammenhängender Ortschaften:
a) im Laufe einer größern Vermessung . . . . . §. 438. 558
b) als besondere Arbeit . . . . . §. 439. 562
Aufnahme aus zerstreuten Gehöften bestehender Ortschaften §. 440. 563

B. Das Croquiren

von Ortschaften, sowohl zusammenhängender als aus zerstreuten Gehöften bestehender . . . . . §. 441. 563

Von der Aufnahme einer ganzen Gegend.

Die Aufnahme und Darstellung einer ganzen Gegend ist das Resultat der Summe des bisher Abgehandelten . . §. 442. 566

A. Mit Hilfe von Meßinstrumenten.

Allgemeine Regeln über die Leitung der Arbeit . . . §. 443. 566
Allgem. Reg. für die Darstell. des aufgen. Terr. während d. Verm. §. 444. 573
Bemerkungen über die Zeitbenutzung . . . . . §. 445. 576
Prüfung der Aufnahmeblätter . . . . . §. 446. 577

B. Nach dem Augenmaße.

Allgem. Regeln über die Leitung u. das Auszeichnen der Arbeit §. 447. 579

VII. Benutzung vorhandener ökonomischer Pläne, das Copiren und Reduciren von Aufnahmen, und Zusammentragen von Croquis ꝛc.

1. Benutzung ökonomischer Pläne.

Werth ökon. Pläne für mil. Aufnahmen u. Art ihrer Benutzung §. 448. 586

2. Copiren u. Reduciren von Aufnahmen u. Plänen.

Die Copieen können dem Orig. congr. od. nur ähnl. werden sollen §. 449. 589

A. Wenn die Copieen den Originalen congruent werden sollen.

a. Das Copiren mit Hilfe von durchsichtigem Pflanzenpap. §. 450. 589
b. Das Durchdrücken oder Durchpausen des Originals §. 451. 590
c. Das Punktiren oder Durchstechen des Originals . §. 452. 591
d. Das Copiren mittelst der Copirscheibe . . . . . §. 453. 592
e. „ „ „ eines quadratischen Netzes . §. 454. 593

B. Wenn die Copieen den Originalen nur ähnlich oder in einen kleinern Maßstab reducirt werden sollen.

Das Größenverhältn. d. Copie z. Orig. kann entw. nach einem Längenmaß od. nach d. Flächeninh. beider Zeichn. bestimmt werden §. 455. 597
a. Wenn das Verhältn. der Längen in Zahlen gegeb. u. das Maßstabsverhältn. des Originals zur natürlichen Länge bekannt ist §. 456. 597
b. Wenn das Verhältniß, in dem die Copie zum Original stehen soll, in Linien gegeben ist . . . . . §. 457. 598
c. Wenn ein Original, dessen Maßstab unbekannt ist, oder wie gewöhnlich bei Feldmarks- oder Forstcharten ꝛc. im Duodecimalmaß angefertigt ist, zur Ergänzung eines anderen im Decimalmaße entworfenen Originals benutzt werden soll . . . . §. 458. 599
d. Wenn das Verhältniß des Flächeninhalts bestimmt ist, in dem die Copie zum Original stehen soll . . . . . §. 459. 599

3. Das Zusammentragen v. Croquis oder ungenauen Plänen zu einem Plane oder einer Charte.

Das quadratische Netz ist dazu nicht geeignet . . . . §. 460. 601
Ein Triangelnetz sehr anwendbar . . . . . §. 461. 602

Ein-

# Einleitung.

§. 1. Militairische Vermessungen oder Aufnahmen haben den Zweck, von irgend einer Gegend eine Zeichnung im verjüngten Maßstabe zu liefern, aus der man nicht nur die Entfernungen der einzelnen darauf befindlichen Gegenstände von einander, den Inhalt einer durch sie begrenzten Figur entnehmen, sondern vor allen Dingen erkennen kann, in wiefern jene Gegend Einfluß auf militairische Operationen und Bewegungen, auf den Gang von Schlachten und Gefechten und auf andere kriegerische Unternehmungen ausüben könne. — Die militairische Vermessung muß also durch bildliche Darstellung, Plan-, Situationszeichnung, eine möglichst vollständige Charakteristik von der Beschaffenheit der Erdoberfläche (Terrain) und der auf derselben vorhandenen natürlichen und künstlichen (durch Menschenhände hervorgerufenen) Terraingegenstände geben, in so fern die letzteren kriegerischen Unternehmungen förderlich oder hinderlich sein können.

Zweck einer militair. Vermessung.

§. 2. Jede militairische Vermessung setzt daher nicht nur eine genaue Bekanntschaft mit den Meßinstrumenten und deren Gebrauch, Fertigkeit im Zeichnen und vornehmlich in der Darstellung der Terrainunebenheiten, einen gewissen Grad von militairischer Bildung und Kenntniß von der Terrainlehre bei dem voraus, von dem sie ausgeführt werden soll, sondern auch ein richtiges Beurtheilungsvermögen zur Erkennung derjenigen Gegenstände, welche wirklich Einfluß auf die Bewegung und Schlagfähigkeit der Truppen, auf die Wirkung der Geschosse, die Deckung gegen dieselben, die Orientirung u. s. w. ausüben. Denn wollte man alles Detail einer Gegend in die Zeichnung aufnehmen, so würde man dieselbe überladen, die Terraindarstellung gleichsam erdrücken und dadurch die freie Uebersicht erschweren, wenn nicht gar verhindern. Es muß also alles Unwesentliche in der Zeichnung ent-

Was sie für Kenntnisse voraussetzt.

weder zurücktreten oder gar nicht in dieselbe aufgenommen, und das, was zur militairischen Charakterisirung der darzustellenden Gegend beiträgt, nach dem Grade seiner Bedeutsamkeit mehr oder weniger hervorgehoben werden.

Sie erfordert große Unverdrossenheit, Gewandtheit u. Kunstfertigkeit.

§. 3. Der militairische Aufnehmer bedarf aber auch große Unverdrossenheit und einen gewissen Grad von Gewandtheit und Kunstfertigkeit, wenn er den Anforderungen, die man mit Recht an seine Arbeiten machen kann, genügen will. Wer Wege scheut, wer zu bequem ist, sich den Strahlen der brennenden Sonne Tage lang auszusetzen, durch hohe Fruchtfelder, über nasse Wiesen zu gehen, durch Sümpfe zu waten, sich an den Zeichnentisch zu setzen, wenn er von der Feldarbeit ermüdet nach Hause kommt; wer sich fürchtet, hohe Thürme zu ersteigen und in den Kuppeln derselben mit seinen Instrumenten zu arbeiten, — der ist nicht zur Ausführung einer militairischen Vermessung geboren. —

Wenn es gefordert wird, muß der militairische Aufnehmer schnell und mit den dürftigsten Hilfsmitteln arbeiten, und dennoch brauchbare Zeichnungen liefern können. Im Kriege, bei der schnellen Folge der militairischen Unternehmungen, entbehrt er nicht selten aller Vorbereitungen und der nothwendigsten Meßinstrumente und Gehilfen, oder er kann von den vorhandenen Instrumenten und Hilfsmitteln nur einen sehr unvollkommenen Gebrauch machen, weil die Kürze der Zeit, in welcher die Arbeit vollendet sein muß, oder die Nähe des Feindes keine langwierigen Operationen gestatten. Soll er dennoch eine gute Arbeit liefern, so ist ihm eine Auffassungs- und Darstellungsgabe nothwendig, wie sie ein talentvoller Maler besitzt, der mit einem flüchtigen Blick die charakteristischen Züge einer Physiognomie erfaßt, durch einige Kreide- und Pinselstriche auf die Leinwand versetzt und dem Bilde eine sprechende Aehnlichkeit giebt. — Dies Talent kann freilich Niemanden gegeben, wohl aber, wo es schlummert, geweckt, ausgebildet und vervollkommnet werden. Daher ist dem militairischen Aufnehmer, bevor er an einer großen Vermessung zu arbeiten wagen darf, praktische Uebung nothwendig. Durch theoretische Bildung allein wird er nie zum Zwecke kommen. Es würde Schwimmen lernen heißen, ohne gebadet zu haben. Aber Niemand lasse sich durch den ersten mißlungenen Arbeitsversuch abschrecken. Aller Anfang ist schwer. Jeder angehende Topograph macht die Erfahrung, daß in einzelnen Fällen seine theoretischen Kenntnisse, wenn sie auch noch so gediegen sind, nicht ausreichen. Er verdoppele nur seine Anstren-

gungen, gebrauche frei die von Gott ihm verliehenen Geistes-kräfte, greife die Sache von einer andern Seite als vorher an, erfinde selbst, und das Werk krönt vielleicht beim zweiten, dritten Versuche den Meister. — Der Friede muß auch dem militairischen Aufnehmer die Schule für den Krieg sein. Sorgsame und mit Muße ausgeführte, dann flüchtige, in geringer Zeit vollendete Arbeiten, stete Beobachtung des Terrains, Uebung in der Beurtheilung seines Zusammenhanges und Charakters, wozu jeder Spaziergang Gelegenheit geben kann, die Erwerbung der Fertigkeit, von einer Terrainform auf die andere richtig zu schließen, befähigen zu schnellen Arbeiten vor dem Feinde.

§. 4. Militairische Aufnahmen, die mit Mühe und Sorgfalt ausgeführt werden, und bei denen man von zweckmäßigen Meßinstrumenten und allen sich nur irgend darbietenden Hilfsmitteln Gebrauch machen kann, führen in der Regel den Namen topographische Vermessungen, während diejenigen, welche entweder ohne alle Instrumente, oder nur mit geringer Hilfe derselben entstehen, Croquis oder Aufnahmen nach dem Augenmaße (à coup d'oeil) genannt werden.*) Durch

Unterschied zwischen topographisch. Vermessungen und Croquis.

*) Die Vermessungskunst überhaupt zerfällt:

I. In die Meßkunst, durch welche vermittelst dazu geeigneter Instrumente (Meßinstrumente) die Gestalt eines bezeichneten Theils der Erdoberfläche ermittelt, die Entfernungen der darauf befindlichen Gegenstände von einander gemessen, deren Lage, Form ꝛc. bestimmt und in Linien oder Zahlen ausgedrückt wird.

II. In die Plan- (Situations-) oder Chartenzeichnenkunst, durch welche die Resultate der Messung auf dem Papier bildlich dargestellt werden.

Die Meßkunst zweigt sich wieder in drei Haupttheile.

1) In die Lehre von der Construction und dem Gebrauch der Meßinstrumente.

2) In die Feldmeß-, ökonomische oder geometrische Vermessungskunst, welche sich nur mit der Vermessung einzelner Ortschaften, deren Aecker, Wiesen, Waldungen ꝛc., ohne Rücksicht auf die Kugelgestalt der Erde und nur mit beiläufiger Beachtung der Unebenheiten des Bodens beschäftigt. Durch sie entstehen Charten von Feldmarken oder Weichbildern.

3) In die Landmeß- oder Ländervermessungskunst (Geodäsie), welche sich mit der Vermessung ganzer Länder, Provinzen oder Districte derselben, mit oder auch wohl ohne Berücksichtigung der Kugelgestalt der Erde, beschäftigt. Sie zerfällt:

A. in die höhere Geodäsie oder höhere Landmeßkunst, durch welche die Vermessung von Erdgraden (Gradmessungen),

die letzteren will man entweder nur ein flüchtiges, in allgemeinen Zügen entworfenes, Bild einer Gegend, oder auf Grundlage eines schon vorhandenen, aber im kleinen Maßstabe ausgeführten, Plans oder einer Charte, zur speciellen Anordnung von Truppenaufstellungen, eine weitere Ausführung jener Arbeit im größeren Maßstabe erhalten, oder endlich die Veränderungen, welche durch die steigende Cultur, durch Anbau ꝛc. erzeugt sind, in schon vorhandene Pläne, jedoch so eintragen, daß das neu hinzugekommene Detail von der ursprünglichen Arbeit stets unterschieden werden kann.

---

die Darstellung der Gestalt von Abschnitten des Erdsphäroid's und die Vorbereitung zur Vermessung von Ländern und größeren Ländertheilen bewirkt wird. Sie setzt genaue Kenntniß der mathematischen Geographie, der Astronomie und höheren Mathematik voraus, und kann ohne astronomische Operationen und sphärisch-trigonometrische Berechnungen nicht ausgeführt werden. Sie wird daher auch astronomisch-geographische Vermessung genannt.

B. In die niedere Geodäsie oder niedere Landmeßkunst, welche sich mit der Vermessung kleinerer Abschnitte des Erdsphäroids beschäftigt. Sie gründet sich auf die Resultate der höheren Geodäsie, und auf die Lehren der ebenen Trigonometrie, der Elementarmathematik und Terrainlehre, und zweigt sich:

a. In die geographische Vermessung, welche sich mit der Aufnahme von Ländern, Provinzen, deren Districten oder einzelner Gegenden in geographischer, administrativer (verwaltender), commerzieller (kaufmännischer) oder anderer Rücksicht beschäftigt, und hauptsächlich nur die Orte, deren Lage und Entfernungen von einander, die Berg- und Hüttenwerke, Salinen, Mühlen aller Art ꝛc., die Straßen, Wege, fließenden und stehenden Gewässer und Canäle und andere Land- und Wassercommunikationen; die Gestalt und Beschaffenheit der Küsten, Brücher, Moräste, Wiesen, Wälder ꝛc. ins Auge faßt, dabei aber die Unebenheiten des Bodens, den Zug von Höhenrücken und Gebirgen ꝛc. nur im Allgemeinen, und so weit sie für ihren Zweck Interesse haben, berücksichtigt.

b. In die militairische Vermessung, welche in vieler Beziehung als eine weitere Ausführung, in anderer als ein Auszug aus der geographischen angesehen werden kann, weil nicht alle Gegenstände, die bei jener ins Auge gefaßt werden, militairisches Interesse haben, während andere, wie z. B. die Unebenheiten des Bodens, mit der größten Ausführlichkeit aufgenommen werden.

§. 5. Die nachfolgenden Blätter ſollen praktiſche Andeutungen geben, wie ein militairiſcher Aufnehmer, bei Ausführung ſowohl einer topographiſchen Vermeſſung, als eines Croquis zu verfahren habe, um auf dem kürzeſten Wege zum Zwecke zu kommen und um ſich manchen Zeitverluſt und andere Unannehmlichkeiten zu erſparen. Bevor indeſſen von der Vermeſſungskunſt ſelbſt gehandelt werden kann, muß die Theorie der Situationszeichnenkunſt und der Terrainbildung, wie der Bau und Gebrauch der Meßinſtrumente entwickelt werden, denn die Lehrſätze der Vermeſſungskunſt laſſen ſich eben ſo wenig ohne genaue Kenntniß der Meßinſtrumente verſtändlich vortragen, als das Terrain ohne Kenntniß ſeiner Bildungsgeſetze richtig auffaſſen und die Reſultate der Vermeſſung ſelbſt ohne genaue Kenntniß der Situationszeichnenkunſt richtig bildlich darſtellen.

Plan des Werkes.

# Erster Abschnitt.

## Theorie des Planzeichnens.

§. 6. Sollen Terraindarstellungen für militairische Zwecke den möglichsten Grad der Brauchbarkeit erhalten, so müssen sie:

Einleitung.

1) in einem Maßstabe angefertigt sein, der groß genug ist, um alle diejenigen militairisch wichtigen Gegenstände aufnehmen zu können, deren Darstellung der Zweck der Zeichnung erheischt, und klein genug, um die nöthige Uebersicht zu gewähren;

2) bei größerem Umfange mit Berücksichtigung der Kugelgestalt der Erde entworfen, und die einzelnen Terraingegenstände nach ihren horizontalen Dimensionen und Entfernungen (orthographischer Horizontalprojektion), mithin so, wie sie sich dem Auge des Beobachters darstellen würden, der aus einer großen Höhe lothrecht auf dieselben herniedersähe, auf die ebene Fläche des Papiers (Bildfläche) gezeichnet werden, wenn nicht Verschiebungen vorkommen sollen, die eine richtige Würdigung der dargestellten Gegend unmöglich machen;

3) ganz bestimmt den Charakter der Unebenheiten des Bodens, den mehr oder mindern Grad der Erhebung oder Senkung, die Form der Höhen, Berge, Gebirgsrükken, Thäler ꝛc. ausdrücken, und es möglich machen, zu beurtheilen, wie hoch sich ein Terrainpunkt über den andern erhebt, wie sehr sich die vom Plane unmittelbar zu entnehmenden Horizontalentfernungen durch den Hinzutritt von Höhe und Tiefe ausdehnen, und in wiefern das Höhenterrain die Bewegung und Schlagfähigkeit der Truppen bei dem Angriff und der Vertheidigung vermehren oder vermindern könne;

4) alle andere militairisch wichtige, natürliche oder künstliche, Terraingegenstände gleichfalls charakteristisch wiedergeben und nach dem Grade ihrer Wichtigkeit mehr oder weniger hervorheben;

5) deutlich beschrieben sein, so daß man nicht nur ohne alle Anstrengung die Schrift lesen kann, sondern daß auch, wenn Terrainzeichnungen mehrere Blätter einnehmen, und von verschiedenen Leuten angefertigt werden, dieselbe überall ein und dieselbe Form, Länge und Größe erhalte, und daß nirgend eine Ueberfüllung mit Schrift stattfinde und dadurch der Totaleindruck der Zeichnung geschwächt werde.

Wir haben hiernach also vom Maßstabe, von der Projection, der Bergzeichnung, der Darstellung der übrigen Terraingegenstände und von der Schrift zu sprechen.

## I. Vom Maßstabe.

I. Vom Maßstabe.

§. 7. Die Größe des verjüngten Maßstabes wird durch den Zweck der Zeichnung bedingt. Der Zweck kann ein dreifacher sein:

Die Größe d. verj. Maßstabes durch den Zweck der Zeichnung bedingt.

1) Beurtheilung eines beschränkten Terrains und der Oertlichkeit überhaupt, zu Truppenaufstellungen für den Fall eines Manövers, Gefechts, einer Schlacht, Blockade oder Belagerung ꝛc.;
2) Beurtheilung eines größeren Terrains zur Anordnung einzelner Operationen, von Kriegs- und Friedensmärschen, Dislokationen größerer Truppenabtheilungen u. s. w.;
3) Beurtheilung ganzer Provinzen oder Länder zum Entwurf von Operationsplänen, zur Führung eines Krieges, zur Anordnung großer militairischer Unternehmungen ꝛc.

Aus dem ersteren Zwecke gehen genaue Terraindarstellungen (Pläne), aus dem anderen die sogenannten topographischen Charten und aus dem dritten die Uebersichtscharten hervor.

§. 8. Das Längenmaß, welches man dem verjüngten Maßstabe zum Grunde legt, ist an sich freilich ziemlich gleichgiltig, wenn nur der nöthige Raum zur zweckmäßigen Darstellung des Terrains ꝛc. vorhanden ist; allein nicht für diejenigen, welche später eine unvollendete Arbeit weiter fortsetzen, eine vollendete revidiren oder benutzen, und vielleicht aus mehreren genauen Terraindarstellungen eine topographische Charte, oder aus mehreren topographischen eine Uebersichtscharte zusammentragen sollen. Ihr Geschäft würde äußerst schwierig und zeitraubend werden, wenn jede Aufnahme oder Charte nach einem willkürlichen Längenmaße entworfen wäre. Daher ist fast in jedem größeren Staate ein gewisses Maß für die verschiedensten topographischen Zeichnungen vorgeschrieben, und dies verjüngte Maß nicht nur

Der verj. Maßstab im Verhältniß zur natürlichen Länge.

an sich, sondern auch in seinem Verhältniß zum wirklichen Maß bestimmt, so daß, wenn z. B. eine Seite einer genauen Terraindarstellung eine Linie von 25000 Fuß darstellte, die Länge jener Seite aber 1 Fuß wäre, der verjüngte Maßstab gleich sein würde 1 : 25000 oder $\frac{1}{25000}$. Hierdurch wird zugleich die Würdigung einer Terraindarstellung, unter der jenes Verhältniß zur natürlichen Länge vermerkt ist, sehr erleichtert, indem man sofort zu beurtheilen vermag, welche Ansprüche man an die Genauigkeit derselben machen kann.

Bestimmungen f. d. topograph. Arbeiten des Preuß. Generalstabs.

§. 9. Allen militairisch-geodätischen Arbeiten des Königlich Preußischen Generalstabes liegt:

1) als Einheit die Preußische Ruthe mit ihren Decimal-Unterabtheilungen zum Grunde. Dabei ist angenommen:

| | Ruthen | Fuß | Zoll | Linien | Strupel |
|---|---|---|---|---|---|
| a. 1 Meile = | 2000° = | 20000′ = | 200000″ = | 2000000‴ = | 20000000⁗ |
| | 1° = | 10′ = | 100″ = | 1000‴ = | 10000⁗ |
| | | 1′ = | 10″ = | 100‴ = | 1000⁗ |
| | | | 1″ = | 10‴ = | 100⁗ |
| | | | | 1‴ = | 10⁗ |

b. 1 Decimalzoll = 166,... Pariser Linien;

c. 1* (Schritt) = $\frac{1}{5}$° = 2′;

2) ist bestimmt, daß der verjüngte Maßstab

a. für genaue Terraindarstellungen im Verhältniß von $\frac{1}{12500}$ und $\frac{1}{25000}$ der natürlichen Länge;

b. für topographische Charten im Verhältniß von $\frac{1}{50000}$, $\frac{1}{100000}$, und $\frac{1}{150000}$ der natürlichen Länge;

c. für Uebersichtscharten in einem kleineren Verhältniß zur natürlichen Länge entworfen werden soll,

d. h., das Maß der verjüngten Meile giebt, wenn es so oft an einander gesetzt wird, als der Nenner der Verhältnißzahl anzeigt, eine Länge, welche der wirklichen Meile gleich ist.

Maßstab der genauen Terraindarstellungen.

§. 10. Von den genauen Terraindarstellungen sollen:

1) gewöhnliche Pläne, größere militairische Aufnahmen, Landesvermessungen und Recognoscirungen, die Aufnahmen von Colonnenwegen, vom Laufe der Flüsse, oder übersichtliche Darstellungen von Positionen oder Schlachtfeldern ꝛc. im Maßstabsverhältniß von $\frac{1}{25000}$ der natürlichen Länge, d. h. 8″ auf die verjüngte Meile, gezeichnet werden; denn 8″ . 25000

= 200000″ = 20000′ = 2000°. Das gezeichnete Bild des Terrains verhält sich also zum Raume, den das wirkliche Terrain einnimmt, wie $\left(\frac{1}{25000}\right)^2 : 1$.

2) Situationspläne*) (Situationszeichnungen), detaillirte Aufnahmen von Positionen, Schlachtfeldern, Lägern, Belagerungen, von Gegenden, in denen Manöver kleinerer Truppenabtheilungen stattfinden sollen, und in die man die Truppenstellungen bis zur Schwadron-, Compagnie- und halben Batteriestärke, ja selbst kleinere Abtheilungen, wie z. B. Feldwachten, Piquets, detachirte Züge ꝛc., eintragen will, im Verhältniß von $\frac{1}{12500}$ der natürlichen Länge, oder 16″ auf die verjüngte Meile; denn 16″ . 12500 = 200000″ = 20000′ = 2000°. Der Flächenraum des gezeichneten Bildes verhält sich dann zu dem des wirklichen Terrains, wie $\left(\frac{1}{12500}\right)^2 : 1$.

3) Risse (Grundrisse) von Städten, Festungen, Belagerungen und deren Arbeiten ꝛc. in einem noch größeren Maßstabe gezeichnet werden, weil bei ihnen die sorgfältigste Genauigkeit in der Darstellung der Formen aller natürlichen und künstlichen Terraingegenstände verlangt werden muß, und Zeichnungen von Belagerungsarbeiten, selbst die Breite der letzteren, das successive Fortschreiten der Trancheen durch verschiedene Farben wiedergeben, und Festungspläne gestatten sollen, daß nach ihnen die Vertheidigungsmaßregeln entworfen und bis zum kleinsten Detail hinab beurtheilt werden können.

§. 11. Von den topographischen Charten liegt dem verjüngten Maßstabe: Maßstab der topograph. Charten.

1) der Situationscharten, welche im Kriege und im Frieden bei ausgedehnten Manövern größerer Truppenmassen,

*) Gewöhnlich wird in dem Gebrauche der Worte: »Situationsplan« und »Plan« kein Unterschied gemacht, sondern eine Benennung mit der andern verwechselt. Allein in dem Worte »Situation« liegt eine nähere Bezeichnung des Plans. Man will nicht den einer größeren Gegend, sondern den einer einzelnen Situation, also den eines beschränkten Raumes einer Gegend dadurch bezeichnen. Je beschränkter aber der aufzunehmende Raum ist, in desto größerem Maßstabe kann er auch gezeichnet werden, ohne fürchten zu dürfen, die Uebersicht über ihn zu verlieren. Daher gebührt die Benennung »Situationsplan« auch nur den Terraindarstellungen im größeren Maßstabe.

die Stelle der Pläne, in so weit es möglich ist, vertreten sollen, das Maßstabsverhältniß von $\frac{1}{50000}$ der natürlichen Länge zum Grunde. Eine verjüngte Meile ist also = 4″, denn 4″ . 50000 = 200000″ = 20000′ = 2000°. Der Flächenraum des gezeichneten Bildes verhält sich bei ihnen zu dem des wirklichen Terrains, wie $\left(\frac{1}{50000}\right)^2 : 1$.

In diesen Maßstab werden alle Originalzeichnungen von Aufnahmen mit der größten Sorgfalt reducirt, und auf Grundlage der Situationscharten dort, wo zur Anordnung specieller Truppenaufstellungen, detaillirte Terrainzeichnungen nothwendig werden, Croquis im größeren Maßstabe angefertigt.

2) Der Operationscharten das Verhältniß von $\frac{1}{100000}$ und $\frac{1}{150000}$, und endlich

3) Der Dislocationscharten, welche den commandirenden Generalen, bei Verlegung der Truppen in Cantonnements, zur Richtschnur dienen sollen, das Verhältniß von $\frac{1}{100000}$ der nat. Länge zum Grunde. — Die verj. Meile ist also bei jenen 2 oder $1\frac{1}{2}$″, bei diesen 2″ lang. — Bei Anfertigung der Dislocationscharten kommt mehr darauf an, daß alle bewohnten Orte und zerstreut liegende Gehöfte darin verzeichnet werden, als auf topographische Genauigkeit. Doch darf kein bedeutender Fehler in der Lage und Entfernung der verschiedenen Orte von einander sich einschleichen. Die Unebenheiten des Bodens, der Zug der kleinen fließenden Gewässer und alle andere Terraingegenstände, mit Ausnahme der Wege, werden entweder gar nicht, oder nur dann ganz im Allgemeinen eingetragen, wenn sie die Communication zwischen Orten hemmen oder gänzlich unterbrechen, um so viel Platz zu gewinnen, als nöthig ist, neben jeden Ort die Anzahl der darin vorhandenen Feuerstellen oder die Seelenzahl seiner Bewohner mit rother Dinte schreiben zu können. — Auch müssen aus den Dislocationscharten die Sitze der Landesbehörden, die Landes-, Provinz- und Kreisgrenzen, die Aemter, Bürgermeistereien und andere, in sich abgeschlossene, Bezirke zu entnehmen sein.

Maßstab der Uebersichts-Charten.

§. 12. Von den Uebersichtscharten werden

1) Die Special- oder chorographischen Charten, welche eine übersichtliche Darlegung von einzelnen Bezirken, Kreisen, Provinzen oder kleinen Ländern zum Zweck haben, im

Verhältniß von $\frac{1}{150000}$ bis $\frac{1}{200000}$ der natürlichen Länge, oder im Maßstabe von $1\frac{1}{2}$″ bis 1″ auf die verjüngte Meile, und endlich

2) die Generalcharten, welche bestimmt sind, den Ueberblick über ein ganzes Reich, über eine Verbindung mehrerer Staaten, oder gar über einen ganzen Welttheil zu gestatten, im Verhältnisse von $\frac{1}{400000}$ bis zu $\frac{1}{1000000}$ der natürl. Länge, oder im Maßstabe von 5‴ bis 2‴ auf die Meile, bei geographischen Charten selbst noch in einem kleineren Maßstabe, entwerfen.

Welche Terraingegenst. in Plänen u. Charten der angegebenen Maßst. noch aufgenommen werden können.

§. 13. Welche Terraingegenstände und welche Erhebungen und Senkungen des Bodens in Plänen und Charten, die im angegebenen Verhältniß der natürl. Länge gezeichnet werden sollen, noch auszudrücken sind, ergiebt sich sehr leicht, wenn man den Grundsatz festhält, daß Pläne, Situations- und größere Operationscharten alles militairisch Wichtige wiedergeben müssen, was ohne Ueberschreitung ihres Maßstabes und ohne Ueberladung noch charakteristisch in sie hineingezeichnet werden kann. Was nach ihrem Maßstabe nicht mehr auszudrücken ist; wird entweder nur durch ein conventionelles Zeichen, namentlich wenn es zur Orientirung dienen kann, angedeutet oder gänzlich weggelassen. Doch darf Wege und fließende Gewässer dies Loos nicht treffen, sie sind von zu großer Wichtigkeit und werden daher in so feinen Linien, als es die Deutlichkeit nur irgend gestattet, wiedergegeben, wenn sie nicht mehr im richtigen Verhältniß ihrer Breite hineingezeichnet werden können. Schon bei den Situationscharten werden aber manche Terraingegenstände ausfallen, andere, namentlich kleinere Einsenkungen und Erhebungen des Bodens zusammengezogen und in der Darstellung mit einander verschmolzen werden müssen. Die bewohnten Orte können jedoch, selbst noch bei den größeren Operationscharten, in ihrer Hauptform und mit ihren Ausgängen gezeichnet, die Häuserreihen aber nur noch durch stärkere Linien angedeutet werden. Für den militairischen Gebrauch der letztgenannten Charten, ist es vor allen Dingen wichtig, zu erkennen, welche Gegenden den Bewegungen der Truppen Hemmungen, und in welchem Grade, entgegensetzen? Daher ist ihr Maßstab so gewählt, daß in demselben auch die Neigungswinkel der schiefen Flächen, d. h. der Abhänge von Höhen und Bergrücken, in drei Abstufungen von

von 5 zu 5 Grad, nämlich von 5 bis 10, von 10 bis 15 und von 15 bis 20° ausgedrückt werden können. Wo das Terrain wellenförmig oder flachhügelig ist, werden die Neigungswinkel von 0 bis 5° nicht angegeben, weil sie die Bewegung keiner Waffengattung verhindern. Neigen sich indessen Thalränder oder die Gehänge eines isolirten Hügels, der sich über eine Ebene erhebt, unter diesen geringen Winkeln, so sind sie in die Reduction aufzunehmen, weil eine solche Thalsenkung und eine solche Höhe in übrigens ebenen Gegenden von Interesse ist und der Darstellungsraum nicht mangelt. — Die Neigungswinkel über 20° hinaus dürfen dagegen nur ganz allgemein angegeben werden, weil auf so stark geneigtem Terrain die Bewegung der Truppen in geschlossenen Massen unmöglich, und es für die Anordnung größerer militairischer Operationen von keinem Interesse ist, ob der Neigungswinkel der Terrainunebenheiten über 20° hinaus erkannt werden kann oder nicht. — Wollte man den eben ausgesprochenen Grundsatz bei Anfertigung der kleineren Operationscharten und der Uebersichtscharten festhalten, so würde man nur noch sehr wenige Terraingegenstände und Terrainformen in die Zeichnung aufnehmen können, daher wird bei ihnen eine größere Zusammenziehung und Verschmelzung der darzustellenden Unebenheiten des Bodens und eine Ueberschreitung des Maßstabes bei Zeichnung der meisten künstlichen oder natürlichen Terraingegenstände, namentlich der bewohnten Orte, stattfinden und, um Ueberfüllung zu vermeiden, das stets ausgelassen werden müssen, was darzustellen der Zweck der Zeichnung nicht nothwendig erheischt. So werden z. B. in Specialcharten noch alle Dörfer und Vorwerke ꝛc., in Generalcharten aber nur noch die Lage von Städten und Flecken an den Straßen, in wenig angebauten Gegenden auch wohl die Lage aller oder fast aller Städte, Flecken und der ausgezeichnetsten Dörfer durch conventionelle Zeichen angedeutet, und Chausseen, Hauptstraßen, Ströme und Flüsse nur mit größerer oder minderer Ueberschreitung des Maßstabes eingezeichnet werden können. — Je kleiner der Maßstab wird, desto schwieriger ist es, das Terrain charakteristisch darzustellen, weil sein Haupttypus immer schärfer aufgefaßt und nur durch wenige Federstriche wiedergegeben werden kann. Schon nicht mehr bei den kleineren Operationscharten, noch weit weniger bei den Uebersichtscharten, können die schiefen Flächen der Terrainunebenheiten nach ihren Neigungswinkeln scharf unterschieden werden, sondern es wird nur

möglich, das flachere und steilere Terrain durch das Verhältniß von Schwarz zu Weiß und zwar so auszudrücken, daß die Darstellung des ersteren dem Auge heller, die des letzteren dunkeler erscheint. Hält man eine solche Charte 10 bis 15″ vom Auge entfernt, so muß das allgemeine Bild der Höhen- und Gebirgszüge deutlich hervor-, alles unwesentliche Detail aber zurücktreten und der allgemeine Charakter des Terrains sich deutlich erkennen lassen. Was übrigens noch in einem kleinen und sehr kleinen Maßstabe geleistet werden kann, zeigen die orohydrographischen Charten von Sachsen von R. v. L. und von Frankreich von Berghaus, welche letztere sogar nur im Verhältniß von $\frac{1}{2000000}$ gezeichnet ist.

Welche Genauigkeit in Zeichnungen nach den genannten Maßstäben erreicht werden kann.

§. 14. Doch bleiben wir bei diesen allgemeinen Bemerkungen nicht stehen, sondern untersuchen wir genau, wie groß die Horizontaldimensionen des kleinsten Terraingegenstandes sein müssen, der in Plänen und Charten jener Maßstäbe, ohne Ueberschreitung des ihm gebührenden Raumes, noch Aufnahme finden kann, und welche Genauigkeit man sich überhaupt von jenen Plänen und Charten versprechen darf; denn es ist von großer Wichtigkeit, sowohl für den praktischen Aufnehmer und Zeichner, als für den, der dieselben zu militairischen Zwecken oder zu wissenschaftlichen Arbeiten benutzen will.

Construirt man sich ein Rechteck von der Länge eines und von der Höhe eines halben Decimalzolles und zieht mit der kleineren Seite desselben feine Parallelen mittelst eines messerförmig zugeschärften harten englischen Bleistifts oder einer guten Reißfeder, so wird man etwa 150 solcher Linien ziehen können, die noch durch einen weißen Zwischenraum von gleicher Breite mit ihnen, getrennt, und daher mit scharfem Auge deutlich von einander zu unterscheiden sind. Betrachtet man die weißen Zwischenräume gleichfalls als feine Linien, so ergiebt sich, daß auf einen Decimalzoll 300 Linien, deren jede $\frac{1}{3}$ Skrupel breit ist, gerechnet werden können. Es wird mithin (vergl. §. 24.) in dem verjüngten Maßstabe nach dem Verhältniß von

| | der nat. Länge die Breite einer solch. Linie | | der Flächenraum eines Punktes | |
|---|---|---|---|---|
| $\frac{1}{12500}$ | $= \frac{1}{12}{}^0$ | $= 2\frac{1}{3}{}^*$ | $= \frac{25}{144}\square^0$ | $= 4\frac{23}{72}\square^*$ |
| $\frac{1}{25000}$ . . . | $= \frac{1}{6}{}^0$ | $= 4\frac{1}{6}{}^*$ . . | $= \frac{25}{36}\square^0$ | $= 17\frac{13}{36}\square^*$ |
| $\frac{1}{50000}$ . . . | $= 1\frac{1}{2}{}^0$ | $= 8\frac{1}{3}{}^*$ . . | $= 2\frac{7}{9}\square^0$ | $= 69\frac{1}{9}\square^*$ |

| | der nat. Länge die Breite einer solch. Linie | | der Flächenraum eines Punktes | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{1}{100000}$ | $= 3\frac{1}{3}{}^0 =$ | $16\frac{2}{3}{}^*$ | $= 11\frac{1}{9}\square^0 =$ | $277\frac{7}{9}\square^*$ | | |
| $\frac{1}{150000}$ | $= 5^0 =$ | $25^*$ | $= 25\square^0 =$ | $625\square^*$ | | |
| $\frac{1}{200000}$ | $= 6\frac{2}{3}{}^0 =$ | $33\frac{1}{3}{}^*$ | $= 44\frac{4}{9}\square^0 =$ | $1111\frac{1}{9}\square^*$ | | |
| $\frac{1}{1000000}$ | $= 33\frac{1}{3}{}^0 =$ | $166\frac{2}{3}{}^*$ | $= 1111\frac{1}{9}\square^0 =$ | $27777\frac{7}{9}\square^*$ | | |
| $\frac{1}{2000000}$ | $= 66\frac{2}{3}{}^0 =$ | $333\frac{1}{3}{}^*$ | $= 4444\frac{4}{9}\square^0 =$ | $111111\frac{1}{9}\square^*$ | | |

Will man einen durch Linien begrenzten Flächenraum darstellen, so wird derselbe mindestens so lang und breit sein müssen, wie drei jener Linien breit sind, wenn der umgrenzte Raum nur die Größe eines Punktes erhalten soll. Dieser kleinste, durch Begrenzung noch ausdrückbare, Raum wird dann noch haben müssen, im verjüngten Maßstabe nach dem Verhältniß von

| | der nat. Länge eine Seitenlänge von | | einen Flächenraum von | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{1}{12500}$ | $1\frac{1}{4}{}^0 =$ | $6\frac{1}{4}{}^*$ | $1\frac{9}{16}\square^0 =$ | $39\frac{1}{16}\square^*$ | | |
| $\frac{1}{25000}$ | $2\frac{1}{2}{}^0 =$ | $12\frac{1}{2}{}^*$ | $6\frac{1}{4}\square^0 =$ | $156\frac{1}{4}\square^*$ | | |
| $\frac{1}{50000}$ | $5^0 =$ | $25^*$ | $25\square^0 =$ | $625\square^*$ | | |
| $\frac{1}{100000}$ | $10^0 =$ | $50^*$ | $100\square^0 =$ | $2500\square^*$ | | |
| $\frac{1}{150000}$ | $15^0 =$ | $75^*$ | $225\square^0 =$ | $5625\square^*$ | | |
| $\frac{1}{200000}$ | $20^0 =$ | $100^*$ | $400\square^0 =$ | $10000\square^*$ | | |
| $\frac{1}{1000000}$ | $100^0 =$ | $500^*$ | $10000\square^0 =$ | $250000\square^*$ | | |
| $\frac{1}{2000000}$ | $200^0 =$ | $1000^*$ | $40000\square^0 =$ | $1000000\square^*$ | | |

Hieraus ergiebt sich einleuchtend, daß man keinen Gegenstand, der einen kleineren, als den angegebenen, Flächenraum enthält, in der Zeichnung in verhältnißmäßiger Größe ausdrücken kann, und daß man selbst solche Gegenstände nur höchst unvollkommen anzudeuten vermag. Wollte man z. B. auf Plänen und Charten für den gewöhnlichen Gebrauch, namentlich auf solchen Stellen, auf denen Unebenheiten des Bodens dargestellt sind, Terraingegenstände jener Größe in so feinen Linien, als die in Rede stehenden, wiedergeben, so würden dieselben dem Auge fast gänzlich entschwinden. Da nun aber

Deutlichkeit bei allen militairischen Plänen und Charten ein Haupterforderniß ist, so werden die Begrenzungslinien aller Terraingegenstände stärker ausgezogen werden, etwa die Breite zweier solcher feinen Linien, und der kleinste umschlossene Raum eine gleiche Breite und Länge, mithin die von 6 solcher feinen Linien, erhalten müssen, wenn er in die Augen fallen soll. Demnach würde, wenn von irgend einem Terraingegenstand in der Zeichnung ein deutliches Bild gegeben werden soll, derselbe nicht kleiner sein dürfen, als im verjüngten Maßstabe nach dem Verhältniß von

| | d. nat. Länge | | Länge u. Breite | | Flächenraum |
|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{1}{12500}$ | von | $2\frac{1}{2}{}^{0}$ = | $12\frac{1}{2}{}^{*}$ | u. von $6\frac{1}{4}\square^{0}$ = | $156\frac{1}{4}\square^{*}$ |
| $\frac{1}{25000}$ | ..... | $5^{0}$ = | $25^{*}$ | .... $25\square^{0}$ = | $625\square^{*}$ |
| $\frac{1}{50000}$ | ..... | $10^{0}$ = | $50^{*}$ | .... $100\square^{0}$ = | $2500\square^{*}$ |
| $\frac{1}{100000}$ | ..... | $20^{0}$ = | $100^{*}$ | .... $400\square^{0}$ = | $10000\square^{*}$ |
| $\frac{1}{150000}$ | ..... | $30^{0}$ = | $150^{*}$ | .... $900\square^{0}$ = | $22500\square^{*}$ |
| $\frac{1}{200000}$ | ..... | $40^{0}$ = | $200^{*}$ | ... $1600\square^{0}$ = | $40000\square^{*}$ |
| $\frac{1}{1000000}$ | .... | $200^{0}$ = | $1000^{*}$ | ... $40000\square^{0}$ = | $1000000\square^{*}$ |
| $\frac{1}{2000000}$ | .... | $400^{0}$ = | $2000^{*}$ | .. $160000\square^{0}$ = | $4000000\square^{*}$ |

Da sich nun hieraus ergiebt, daß man bei Zeichnung von Charten, namentlich bei Darstellung von bewohnten Orten, Bächen, Flüssen, Straßen, Wegen ꝛc., häufig gezwungen wird, das gegebene Verhältniß zur natürlichen Länge zu überschreiten, so ist es durchaus nothwendig, wenn man bei ihrem Gebrauche und dem von Plänen nicht in Irrthümer gerathen will, sich stets zu vergegenwärtigen, was man von ihnen fordern könne, und wo man aufhören müsse, an Genauigkeit Anspruch zu machen. — Wenn nun schon ein Punkt oder die Breite einer feinen Linie einen so großen Flächenraum, wie der angegebene, in einem Plane oder einer Charte einnimmt, so springt in die Augen, wie groß die Fehler in der Originalzeichnung einer Aufnahme oder in einer Copie werden müssen, bei der man trotz der größten Sorgfalt Differenzen von mehreren Bleistiftslinienbreite nicht vermeiden kann. Doch darf man wohl mit Recht fordern, daß kein Fehler die Größe von 15 solcher Linien Breite, also bei Plänen von 30 bis

60, bei topographiſchen Charten von 120 bis 370, bei Specialcharten von 370 bis 500, endlich bei Generalcharten von 500 bis 2500 Schritten oder $\frac{1}{4}$ Meile und endlich bei geographiſchen Charten bis zu 5000 Schritten oder $\frac{1}{2}$ Meile überſchreiten darf, wenn ſie auf Genauigkeit Anſpruch machen wollen. Fehler, die innerhalb dieſer Grenzen vorkommen, haben auf den Gebrauch von Plänen und Charten und auf den darauf begründeten Kalkül keinen Einfluß. Indeſſen ſoll nicht geleugnet werden, daß häufig viel bedeutendere Fehler, namentlich in Copieen, vorkommen, die Copieen von Copieen ſind. Solche große Fehler machen aber Pläne und Charten für militairiſche Zwecke durchaus unbrauchbar, und dürfen daher nie geduldet werden.

Jede Terrain-darſtellung muß einen Maßſtab haben.

§. 15. Unter einem jeden Plane oder einer jeden Charte muß entweder der Maßſtab, das Maß einer verjüngten Meile in Zoll oder Zolltheilen ausgedrückt, oder das Verhältniß zur natürlichen Länge, in dem ſie gezeichnet iſt, angegeben ſein. Fehlen dieſe Beſtimmungen, ſo iſt ſie ſo lange unbrauchbar, bis man auf irgend eine Weiſe ihr Größenverhältniß ermittelt und danach einen Maßſtab angefertigt hat.

Aus d. Maße einer verj. Meile d. Verhältniß d. letzteren zur nat. Länge zu finden.

§. 16. Iſt das Maß einer verjüngten Meile in Zoll oder Zolltheilen gegeben, und will man danach deren Verhältniß zur natürlichen Länge ermitteln, ſo darf man nur mit dem Maße der verjüngten Meile in das gleichnamige der wirklichen Meile dividiren, d. h. in 200000″ oder in 2000000‴ und erhält ſodann durch den Quotienten den Nenner der Verhältnißzahl. Z. B.: Es ſei die verjüngte Meile einer Situationszeichnung = 10″, ſo iſt der Nenner der Verhältnißzahl $= \frac{200000}{10}$ $= 20000$, mithin ihr Verhältniß zur natürlichen Länge $= \frac{1}{20000}$. Oder es ſei die verjüngte Meile einer Generalcharte = 5‴, ſo iſt der Nenner der Verhältnißzahl $= \frac{2000000}{5} = 400000$, alſo ihr Verhältniß zur natürlichen Länge $= \frac{1}{400000}$.

Nach der Verhältnißzahl das Maß der verj. Meile zu finden.

§. 17. Wenn dagegen das Verhältniß der verjüngten Meile zur natürlichen Länge gegeben iſt, und man danach das Maß derſelben in Zoll oder Zolltheilen ermitteln will, ſo dividirt man mit dem Nenner der Verhältnißzahl in das in Zoll oder Linien ausgedrückte Maß der wirklichen Meile und erhält durch den Quotienten die Länge der verjüngten Mei-

Meile. Z. B.: Ist das Verhältniß einer verjüngten Meile zur natürlichen Länge auf dem Plane durch $\frac{1}{25000}$ angegeben, so ist die verjüngte Meile $= \frac{200000}{25000} = 8''$. Oder steht unter einer Generalcharte die Verhältnißzahl $\frac{1}{500000}$, so ist die verj. Meile $= \frac{2000000}{500000} = 4'''$.

Zeichnung eines verjüngten Transversalmaßstabes.

§. 18. Ist die Länge einer verjüngten Meile für irgend einen Plan oder eine Charte in Zollen oder Zolltheilen ermittelt oder gegeben, und soll danach ein verjüngter Maßstab entworfen werden, der gestattet, daß möglichst kleine Meilen- oder Ruthentheile von ihm in den Zirkel genommen werden können, so zieht man auf einem starken Blatt Papier, das wo möglich auf etwas Lindenholz oder auf ein Lineal geklebt ist, eine gerade Linie AB Fig. 1.; trägt auf dieselbe die für die verjüngte Meile gefundene Länge CD von einem genauen Zollmaßstabe und aus einem beliebigen Punkt C, so oft ab, als nöthig ist, um dem verjüngten Maßstabe die gehörige Länge zu geben. Hierauf errichtet man in C, und in den aufgetragenen Punkten D und E, Perpendikel zur Grundlinie, theilt jeden Theil, CD und DE, der letzteren in halbe, viertel oder noch kleinere Meilentheile, und errichtet in den Theilpunkten F. G. H. L. M und N. gleichfalls Perpendikel zu AB. — Will man jetzt bei der ferneren Construction des Maßstabes die bereits auf ihm bewirkte Theilung nicht beeinträchtigen, so trägt man einen seiner kleinsten Theile CF, vom Anfangspunkte C des Maßstabes aus, links auf die Grundlinie, also von C nach K ab, errichtet in dem hierdurch gefundenen Punkt K abermals einen Perpendikel zu AB, und zerlegt diese neu aufgetragene Länge CK in 10 gleiche Theile. Je nachdem man nun ferner einen jeden der letzteren, der durch unmittelbare Theilung sich nicht mehr in kleinere, genau gleich große, Stücke zerspalten lassen würde, noch 5, 10 oder 20 Mal zerlegen will, trägt man eben so viel gleiche Theile, von beliebiger aber geringer Länge, auf den Endperpendikel KO, und legt durch jeden der hierdurch bestimmten Theilpunkte Parallelen*) mit der Grund-

*) Zur Errichtung von Perpendikeln und zum Ziehen von Parallelen bedient man sich mit großem Vortheil genau gearbeiteter eiserner oder messingner Lineale und eben solcher rechtwinkliger Triangel. Soll in irgend einem Punkte C, Fig. 2., einer geraden

linie AB des Maßstabes. Endlich zerlegt man die oberste dieser Parallelen über CK gleichfalls in 10 gleiche Theile und zieht Transversalen

vom Aufgspt. C des Maßst. nach d. 1. Theilpt. d. oberen Parall. über CK
— 1. Theilpt. d. Linie CK — 2. — — — — — — —
— 2. — — — — — 3. — — — — — — —
— 3. — — — — — 4. — — — — — — —
u. s. w. bis endlich
— 9. — — — — nach dem Punkt O im Perpendikel von K.

---

Linie AB ein Perpendikel errichtet werden, so legt man das Lineal DE genau an jene Linie, den Triangel CFG mit einer Kathetenseite CF hart an das Lineal, schiebt denselben längs des letzteren bis an den bezeichneten Punkt C und zieht nun von diesem aus, längs der anderen Kathetenseite CG, mittelst einer messerförmig zugeschärften Bleistiftspitze oder einer Reißfeder, den verlangten Perpendikel. — Will man mit dem letzteren Parallelen ziehen, so schiebt man den Triangel längs des Lineals bis zu den Punkten H und J, durch welche dieselben gelegt werden sollen, und zieht dann von ihnen aus, jene Linien HG' und JG'' an der bezeichneten Kathetenseite des Triangels. — Auch kann man, wenn mit irgend einer Linie FG, Fig. 3., eine oder mehrere Parallelen gezogen werden sollen, die Hypothenusenseite AB des Triangels ABC genau an dieselbe bringen, das Lineal DE hart an eine Kathetenseite AC des letztern legen und sodann, indem man das Lineal festhält, den Triangel aber von Punkt zu Punkt längs des Lineals hinauf oder hinab schiebt, an der Hypothenusenseite desselben die Parallelen HJ und KL ziehen. — Jedoch ist sowohl bei Errichtung der Perpendikel als bei Legung der Parallelen genau darauf zu achten, daß das Lineal sich nicht verschiebe, der Triangel mit der an das Lineal gelegten Seite stets in genauer Berührung mit dem letztern bleibe, und daß die messerförmig zugeschärfte Bleistiftspitze unmittelbar an der andern Seite des Triangels fortgezogen werde. Bei Errichtung von Perpendikeln muß man sich genau überzeugen, ob auch der Triangel vollkommen rechtwinklig sei. Dies geschieht, indem man denselben mit einer Kathetenseite AB, Fig. 4., hart an das Lineal DE legt, an der andern Kathetenseite AC einen Perpendikel zieht, hierauf den Triangel um diese Seite wendet, ihm dadurch die entgegengesetzte Lage ACB' giebt und abermals an der Kathetenseite AC einen Perpendikel zieht. Sieht man hiebei darauf, daß der Triangel genau an den Punkt A zu liegen kommt, und fallen dann beide Perpendikel vollkommen zusammen, so ist der Triangel rechtwinklig, beschreiben sie aber einen Winkel, wie in Lage II. oder III., so ist der als ein rechter angenommene Winkel im ersteren Falle zu klein, im letzteren zu groß. — Wer genau arbeiten will, darf diese Prüfung des Triangels nie unterlassen.

Durch diese Construction wird, wie durch die Aehnlichkeit der Triangel leicht zu erweisen ist, ein jeder zehnte Theil der Linie CK wieder in so viel gleiche Theile zerlegt, als Parallelen gezogen wurden, und da die Transversalen mit einander parallel laufen, so bleiben dieselben auch überall um den 10ten Theil von CK von einander entfernt.

Beschreibung des Transversalmaßstabes mit Zahlen.

§. 19. Ist die Construction des Maßstabes, der, nach seinen Transversalen, Transversalmaßstab genannt wird, vollendet, so wird er mit Zahlen beschrieben. Der Punkt C, von dem man bei der Construction ausging, und der senkrecht über ihm gelegene in der obersten Parallellinie, wird mit 0 bezeichnet und der Nullpunkt genannt. Zur Rechten des Nullpunkts setzt man über jeden Perpendikel das verjüngte Maß seiner Entfernung vom Nullpunkt in Meilentheilen, unter denselben in Ruthen ausgedrückt; zur Linken des Nullpunkts, unter jeden Theilpunkt der Grundlinie, so wie über jeden der obersten Parallele, das verjüngte Maß seiner Entfernung vom Nullpunkt nur in Ruthen ausgedrückt; endlich an jede Parallele von unten nach oben den Ausdruck des Längenmaßes für ihren zwischen dem Theilstriche (Perpendikel) des Nullpunkts und der ersten Transversale gelegenen Theil.

Ein Beispiel wird das Gesagte, wie wir hoffen, vollkommen klar machen. Wäre z. B. unser Maßstab Fig. 1. zwei verjüngte Meilen lang, so würde vom Nullpunkte zur Rechten an jeden der Perpendikel F. G. H. D. ꝛc., ihrer Reihenfolge nach, zu stehen kommen:

oben 500° 1000° 1500° 2000° 2500° 3000° 3500° 4000°
unten $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{3}{4}$ 1 $1\frac{1}{4}$ $1\frac{1}{2}$ $1\frac{3}{4}$ 2 M.

zur Linken an die 10 Theilpunkte der Grundlinie und der obersten Parallele, ihrer Reihenfolge nach, von der Rechten zur Linken:

50° 100° 150° 200° 250° 300° 350° 400° 450° 500°

weil ein jeder dieser Theile den 10ten Theil von 500°, d. i. 50°, umfaßt.

Endlich an die Parallelen von unten nach oben, gleichfalls ihrer Reihenfolge nach:

5° 10° 15° 20° 25° 30° 35° 40° 45°,

weil jede Parallele vom Perpendikel des Nullpunkts bis zur ersten Transversale successive um den 10ten Theil von 50°, d. i. 5°, wächst. Die 10te oder oberste Parallele wird nicht beschrieben, weil schon am ersten Theilpunkte derselben die

dortige Entfernung der ersten Transversale vom Nullpunkte vermerkt ist.

Betrüge die Entfernung der Perpendikel zur Rechten des Nullpunkts von einander nur 100°, so würden unter diese Perpendikel die Hunderte, unter die Theilpunkte zur Linken die Zehner, und an die Parallelen die Einer zu stehen kommen.

Mittel zur Vermehrung der Uebersichtlichkeit eines solchen Maßstabes.

§. 20. Der bessern Uebersichtlichkeit wegen, und um das Abnehmen irgend eines Maßes zu erleichtern, können die Theilstriche für ganze Meilen etwas stärker als die für Meilentheile gezogen, und kann die fünfte Parallele durch Kreuze bezeichnet werden. Indessen bleibt immer Hauptregel, alle Theilstriche so fein, wie nur irgend möglich, zu ziehen, damit die Zirkelspitze haarscharf eingesetzt werden kann. — Wie vortheilhaft die vorbeschriebene Einrichtung des Maßstabes ist, wird beim Gebrauch desselben in die Augen fallen. Eine jede andere Stellung der Zahlen würde unbedingt das Abnehmen einer Länge, die auf dem Maßstabe nicht unmittelbar angegeben ist, sehr erschweren.

Anwendung des Transversalmaßstabes.

§. 21. Soll irgend ein Maß, z. B. 1875 Ruthen, vom Transversalmaßstab abgenommen werden, so setzt man den Zirkel mit der einen Spitze in den Perpendikel für 1500° rechts vom Nullpunkte, öffnet ihn bis die andere Spitze in den Theilpunkt von 350° links vom Nullpunkt zu stehen kommt, und man erhält dadurch die Länge für 1850°. Um aber auch die noch fehlenden 25° zu erhalten, geht man mit beiden Zirkelspitzen bis zur 5ten Parallele hinauf, bei welcher die Zahl 25 steht, und öffnet den Zirkel bis zu dem Punkt, wo die Parallele von der Transversale, die an der Grundlinie mit 350° bezeichnet ist, durchschnitten wird, weil dieselbe sich bis hierher um 25 Ruthen weiter, also bis 375°, von dem Perpendikel des Nullpunktes entfernt hat.

Maßstäbe für topograph. u. Uebersichtscharten.

§. 22. Der Transversalmaßstäbe bedient man sich indessen nur zu Originalzeichnungen von Aufnahmen, zu Plänen und Situationscharten, oder überall dort, wo es auf sehr große Genauigkeit bei Bestimmung von Entfernungen ankommt. Alle übrigen topographischen und Uebersichtscharten erhalten als verjüngte Maßstäbe nur getheilte Linien, wie solche in Fig. 5. dargestellt sind.

Auf Papier gezeichnete Maßst. eignen sich für keinen anhaltenden Gebrauch.

§. 23. Für einen anhaltenden Gebrauch, namentlich während einer Vermessung auf dem Felde, wo unzählig viel Entfernungen an einem Tage abgenommen werden, sind die auf

Papier gezeichneten Maßstäbe selbst auch dann nicht geeignet, wenn das Papier vorher auf ein vollkommen ebenes Brettchen oder Lineal von Linden- oder Birnbaumholz geklebt ist. Sie ziehen und werfen sich nicht nur bei Temperatur- und Witterungsveränderungen, sondern werden auch sehr bald von den Zirkelspitzen durchstochen, folglich ungenau und unbrauchbar.

Zweckmäßig sind auf Messing gezeichn. Maßstäbe.

§. 24. Daher muß man sich dort, wo es auf große Genauigkeit ankommt, wie z. B. bei einer topographischen Vermessung, bei Reduction deren Originalzeichnungen in kleinere Maßstäbe oder beim Copiren von Situationszeichnungen überhaupt, eines auf Messing gezeichneten Maßstabes bedienen. Zwar wirft man einem solchen vor, daß er bei anhaltendem Gebrauche die Spitzen der Zirkel leicht abstumpfe, allein dieser Tadel trifft mehr den Zeichner, der die Zirkelspitzen zu fest auf den Maßstab drückt, als diesen.*) Läßt man sich einen zehntheiligen Transversalmaßstab, von einigen Decimalzoll Länge, aus Messing so anfertigen, daß man links vom Nullpunkte Linien und durch Hilfe der Transversalen Skrupel abgreifen kann, so reicht derselbe für alle in den §§. 10 — 14 angegebene Größenverhältnisse der Pläne und Charten vollkommen aus, wenn man den Zollen, Linien und Skrupeln den durch jene Verhältnisse zur natürlichen Länge bedingten Werth beilegt. Nämlich für das Verhältniß von

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\frac{1}{12500}$ der nat. Länge ist im verj. Maßst. | $1'' = 125^0$; | $1''' = 12\frac{1}{2}^0$; | $1'''' = 1\frac{1}{4}^0$ |
| $\frac{1}{25000}$ . . . . . | " $= 250^0$; | " $= 25^0$ | " $= 2\frac{1}{2}^0$ |
| $\frac{1}{50000}$ . . . . . | " $= 500^0 = \frac{1}{4}$ M.; | " $= 50^0$ | " $= 5^0$ |
| $\frac{1}{100000}$ . . . . . | " $= 1000^0 = \frac{1}{2}$ M.; | " $= 100^0$ | " $= 10^0$ |
| $\frac{1}{150000}$ . . . . . | " $= 1500^0 = \frac{3}{4}$ M.; | " $= 150^0$ | " $= 15^0$ |

*) Um das Stumpfwerden der Zirkelspitzen zu vermeiden und doch Maßstäbe zu erhalten, die nicht leicht durchstochen und dadurch ungenau werden können, hat man vorgeschlagen, dieselben auf dünne Hornblättchen graviren zu lassen. Allein das Horn ist sehr der Einwirkung der Temperatur und Witterung unterworfen, zieht und wirft sich daher sehr leicht, besonders wenn die Blättchen dünn sind, wodurch wieder die Genauigkeit verloren geht. Vortheilhafter dürften die Maßstäbe sein, welche auf starkes Elfenbein oder Ebenholz gravirt werden, doch ihre Theilung kann nie so fein sein, wie die auf Messingmaßstäben.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\frac{1}{200000}$ | d. nat. Länge ist im verj. Maßst. | $1'' = 2000^\circ = 1$ M.; | $1''' = 200^\circ$; | $1'''' = 20^\circ$ |
| $\frac{1}{1000000}$ | . . . | „ $= 10000^\circ = 5$ M.; | „ $= 1000^\circ = \frac{1}{2}$ M.; | „ $= 100^\circ$ |
| $\frac{1}{2000000}$ | . . . | „ $= 20000^\circ = 10$ M.; | „ $= 2000^\circ = 1$ M.; | „ $= 200^\circ$ |

Nutzen eines 12theiligen Maßst. in Rheinländ. u. Pariser Längenmaß.

§. 25. Läßt man sich auf der Rückseite des 10theiligen messingenen Maßstabes noch zwei zwölftheilige Maßstäbe auftragen, nämlich den einen im Pariser, den anderen im Rheinländischen Maße, so ist man fast für alle Pläne und Charten der Welt mit Maßstäben versehen, denn auch den einzelnen Theilen der letzteren kann man verschiedene Werthe nach dem Verhältniß zur natürl. Länge, in welchem die Charten gezeichnet sind, zu denen man sie anwenden will, beilegen. Zwölftheilige Maßstäbe sind aber nöthig, weil manche ältere milit. Vermessungen und die einiger anderer Länder, wie viele Charten, auf Grundlage des Rheinländ. oder des Pariser Maßes entworfen und ausgeführt sind. Nach dem Pariser Fuß, oder den 144 Linien desselben, hat man auch den Werth aller übrigen Längenmaße berechnet und in Tabellen zusammengetragen, es ist daher in vielen Fällen zur Vergleichung von Charten verschiedener Länder sehr wünschenswerth, das Pariser Maß zur Hand zu haben.

Nach dem Maßst. einer Terraindarstellung das Verhältn. zur nat. Länge zu bestimmen, in dem dieselbe gezeichnet ist.

§. 26. Soll untersucht werden, in welchem Verhältniß zur natürlichen Länge ein verjüngter Maßstab, der sich unter irgend einer Terraindarstellung befindet, entworfen, und mithin die letztere gezeichnet ist, so nimmt man eine möglichst große Anzahl von Einheiten desselben in den Handzirkel, setzt diesen auf das wirkliche Maß, welches natürlich dem der Zeichnung analog (mithin Pariser, Rheinländ. Maß oder Preuß. Decimalmaß, wenn jener Pariser, Rheinländ. Maß oder Preuß. Decimalmaß zum Grunde liegt) sein muß, und untersucht, so genau wie möglich, wieviel Einheiten des letzteren auf jene Weite gehen. Sollten die in den Zirkel genommenen Einheiten des verjüngten Maßes nicht mit ganzen Einheiten des wirklichen zusammentreffen, so greift man eine andere Anzahl der ersteren mit dem Zirkel ab, und wiederholt dies so oft, bis endlich irgend eine Anzahl ganzer Einheiten des einen Maßes gleiche Länge mit gleichfalls ganzen Einheiten des andern hat, weil man sich hierbei auf Bruchtheile nicht einlassen kann. Ist man zum Zwecke gekommen, so bringt man die Einheiten beider

Maße unter einerlei Benennung, schreibt beide Zahlen in Bruchform, jedoch so, daß die Zahl der Einheiten des wirklichen Maßes den Zähler, die der Einheiten des verjüngten Maßes den Nenner bilden, und bringt den Bruch durch Heben auf seine kleinste Benennung, so giebt diese das Verhältniß zur natürlichen Länge in dem der verjüngte Maßstab und nach ihm die Terraindarstellung angefertigt ist. Beispiele mögen das Gesagte deutlich machen. Gesetzt wir hätten bei einer alten Preußischen Charte gefunden, daß 2000° eines verj. 12theiligen Maßstabes gleich wären 6 Duodecimalzoll, so würde,

da 6 dd″ = 2000° des verj. Maßstabes
auch 6 dd″ = 24000′
= 288000″

folglich der verjüngte Maßstab im Verhältniß von

$\frac{6}{288000} = \frac{1}{48000}$ der natürl. Länge gezeichnet sein.

Oder wir hätten bei einer französischen Charte gefunden, daß 1000 Toisen im verjüngten Maßstabe gleich sind einem Pariser Zoll, so würde,

da 1 Pariser Zoll = 1000 Toisen,
auch 1 p″ = 6000 p′
= 72000 p″ sein,

mithin $\frac{1}{72000}$ das Verhältniß der natürl. Länge, in welchem der Maßstab und mit ihm die Charte ausgeführt ist.

## II. Von der Projection.

§. 27. Das Papier, auf dem der militairische Zeichner die verschiedenartigsten Terrainformen und Gegenstände darstellen soll, bildet eine ebene Fläche, während die Oberfläche des darzustellenden Erdraumes sich wölbt und auf die mannigfaltigste Weise erhebt oder senkt. Das also, was die Natur und der Gewerbfleiß der Menschen auf unebener Fläche producirt haben, soll die militairische Zeichnenkunst nach vorhergegangener Vermessung auf einer ebenen Fläche wiedergeben, und zwar so, daß ein Bild geliefert werde, aus dem man die wahre Beschaffenheit und Größe der verschiedensten Terraingegenstände und Formen, das Verhältniß derselben und ihrer Theile, wie ihrer Lage zu- und ihrer Entfernungen von einander, entnehmen und nach dem verjüngten Maßstabe abmessen kann. Es genügt daher nicht, von dem darzustellenden Erdraum ein perspectivisches Bild zu liefern, welches die Gegend so wieder-

Allen Terraindarstellungen liegt d. orthograph. Horizontalprojection zum Grunde.

giebt, wie sie, aus einer gewissen Höhe und Weite betrachtet, malerisch ins Auge des Beschauers fällt; sondern es wird nöthig, ein Bild zu entwerfen, welches sämmtliche Unebenheiten des Bodens und alle Terraingegenstände in der Zeichnung auf ihre horizontale Grundfläche oder ihre horizontalen Dimensionen zurückführt, und aus der Darstellungsweise das erkennen läßt, was durch die bloße Form des Grundrisses der verschiedenen Gegenstände nicht ausgedrückt werden kann. — So allein ist es möglich, den nöthigen Raum zur proportionirten Darstellung aller Terraingegenstände und ihrer Theile, wie der Erhebungen und Senkungen des Bodens zu gewinnen, jede wesentliche Verschiebung in ihrer Lage und Entfernung zu einander zu vermeiden, und die wahre Beschaffenheit und Größe der verschiedensten Terraingegenstände auszudrücken. Das Papier des Zeichners muß also — freilich im verjüngten Maßstabe — die horizontale Grundfläche AL Fig. 6. der darzustellenden Gegend repräsentiren, und ein jeder Berg, ein jedes Gehöft oder ein jeder andere Terraingegenstand nach seinen Horizontaldimensionen auf den Theil der Grundfläche gezeichnet werden, welcher lothrecht darunter liegt, mithin B in b, C in c, D in d ꝛc. Diese Darstellungsweise nennt man die orthographische Horizontalprojection.

Unterschied zwisch. orthograph. Horizontal- u. Vertikalprojection.

§. 28. Denkt man sich bei der orthographischen Horizontalprojection die Bildfläche horizontal liegend, den Zeichner über der darzustellenden Gegend schwebend, und jeden Gegenstand des Terrains dorthin gezeichnet, wo die lothrecht zur Bildfläche hernieder gehenden Gesichtslinien des Zeichners dieselbe treffen; so entsteht dem analog die orthographische Vertikalprojection, wenn die Bildfläche senkrecht steht, sämmtliche Sehelinien horizontal gehen und die erstere unter rechten Winkeln treffen.

Grundriß (Plan) und Aufriß (Profil).

§. 29. Durch die Horizontalprojection entsteht der Grundriß, durch die Vertikalprojection der Aufriß oder das Profil. — Das Profil der Terraindarstellungen ist indessen keine Seitenansicht im Sinne perspectivischer oder geometrischer Zeichnungen, die dem Auge des Beschauers die Form der ihm zugekehrten Seite des Terrains und seiner einzelnen Gegenstände darstellt, sondern nur eine Durchschnittsansicht, welche den Umriß der Oberfläche des Terrains, den Wechsel von Höhe und Tiefe in einer bestimmten Linie genau erkennen läßt. Es wird daher auch schlechtweg Durchschnitt genannt. Man denke sich also in ihm das Terrain in einer ebenen Fläche

senkrecht durchschnitten, und den Umriß dieser Fläche nach dem verjüngten Maßstabe gezeichnet. — Liegt die senkrechte Durchschnittsfläche in der Richtung der längsten Abmessung des Terrains, so entsteht das Längenprofil oder der Längendurchschnitt; durchschneidet sie aber die Längenrichtung des Terrains senkrecht, oder liegt sie in der Richtung der kürzesten Abmessung desselben, so entsteht das Querprofil oder der Querdurchschnitt. — Endlich ist noch des Horizontalprofils Erwähnung zu thun. Es ergiebt sich, wenn der Umriß einer durch das Terrain horizontal gelegten ebenen Durchschnittsfläche gezeichnet wird; es gehört der Horizontalprojection an, und durch dasselbe entstehen in der Bergzeichnung, wie wir in §. 73 näher sehen werden, die sogenannten Horizontalen.

Projection einer geneigten Fläche.

§. 30. Denken wir uns irgend eine geneigte Fläche, EF GH Fig. 7, auf eine horizontale (Grund-) Fläche, ABCD, gestellt, und statt der senkrechten Sehelinien senkrechte Sonnenstrahlen zur letzteren herniedergehend, so wird irgend ein Theil, EFgh, der horizontalen Fläche von der geneigten beschattet werden. Dieser beschattete Theil der Grundfläche ist sodann die Projection der geneigten Fläche. Oder mit anderen Worten: soll eine geneigte Fläche nach den Gesetzen der orthographischen Projection gezeichnet oder auf den Horizont reducirt werden, so fälle man von allen ihren Begrenzungspunkten Perpendikel auf die horizontale Grundfläche, dann wird die von diesen Perpendikeln auf der letzteren umschlossene Figur die Projection der geneigten Fläche sein.

Böschungswinkel, Höhe, Anlage.

§. 31. Der Flächenwinkel HEh, Fig. 7, den die geneigte mit der horizontalen Fläche bildet, wird der Neigungs- oder Böschungswinkel, der Perpendikel Hh von dem höchsten Punkt der höchsten Grenzlinie der geneigten Fläche zur Grundfläche die Höhe, und die horizontale Entfernung Eh des Perpendikels vom tiefsten Punkt der geneigten Fläche die Anlage der letzteren genannt. Wie die Anlage den Horizontalabstand, so drückt die Höhe den Vertikalabstand des tiefsten von dem höchsten Punkt der geneigten Fläche aus.

Verhältniß d. Anlage u. Höhe geneigter Flächen z. Böschungswinkel u. zu einander.

§. 32. Bewegt sich die geneigte Fläche EFGH, Fig. 7, so um die Linie EF, daß der Böschungswinkel HEh wächst, so wird, wenn sie die Lage von EFG'H' einnimmt, auch ihre Projection EFg'h' kleiner als ihre vorige EFgh. — Nimmt die geneigte Fläche eine senkrechte Stellung EFG"H" ein, so schrumpft ihre Projection in eine gerade Linie EF zusammen, weil nach stereometrischen Gründen eine (hier senkrechte) Ebene

eine andere (hier horizontale) nur in einer Linie ſchneidet, und alle Perpendikel von der Grenzlinie G"H" der Fläche in eben jener vertikalen Ebene liegen müſſen. — Würde der Böſchungswinkel wieder kleiner, ſo müßte auch die Projection der geneigten Fläche wieder wachſen. Hieraus ergiebt ſich, daß die Projection in einem gewiſſen Verhältniß zum Neigungswinkel ſteht. — Dies Verhältniß läßt ſich genau beſtimmen. Denken wir uns nämlich die geneigte Fläche EFGH nur als Linie EH dargeſtellt, ſo iſt dieſe in Bezug auf den Neigungswinkel als Radius, die Anlage Eh als Coſinus und die Höhe Hh als Sinus zu betrachten, und dadurch zugleich das Verhältniß dieſer Linien zu einander mathematiſch feſtgeſetzt. Hieraus läßt ſich die Regel ableiten: die Anlagen verſchieden geneigter aber gleicher Flächen verhalten ſich zu einander, wie die Coſinus, und ihre Höhen, wie die Sinus der Böſchungswinkel. Da nun aber bei einem Winkel von 90° der Cos. = 0, der Sin. = 1 iſt, ſo wird auch die Anlage der ſenkrechten ebenen Fläche = 0, mithin ihre Projection eine gerade Linie und ihre Höhe gleich der Länge der ebenen Fläche ſein. Umgekehrt iſt bei einem Winkel von 0° der Cos. = 1, der Sin. = 0, mithin auch die Anlage gleich der Länge der Fläche, die Projection gleich der ganzen Fläche und die Höhe = 0. — Hieraus läßt ſich ferner der Schluß ziehen, daß in dem Maße wie bei einerlei Höhe die Anlage ab-, oder bei einerlei Anlage die Höhe zunimmt, der Böſchungswinkel der geneigten Flächen wächſt.

Proj. mehrerer aneinanderſtoßender geneigter ebener u. uneb. Flächen.

§. 33. Was von der Projection einer geneigten ebenen Fläche gilt, das hat auch bei der mehrerer aneinanderſtoßender Flächen, ſelbſt wenn ſie uneben ſind, Geltung. Denken wir uns zunächſt an die geneigte ebene Fläche EFGH, Fig. 8 u. 9, eine zweite ſo gelegt, daß ſie jene in der Linie HG berührt, und in der Linie JK auf der Grundfläche ABCD ſteht, ſo werden beide, von zur Grundfläche ſenkrechten Sonnenſtrahlen getroffen, einen gewiſſen Theil EFKJ der Grundfläche beſchatten und in demſelben ihre Projection erhalten. Von dieſer gehört indeſſen der Theil EFgh der Fläche EFGH und der Theil ghJK der Fläche GHJK an, weil die Linie gh ſenkrecht unter GH, der gemeinſchaftlichen Grenzlinie beider Flächen, liegt, und der erſtere Theil von der einen, der zweite von der anderen beſchattet wird. — Denken wir uns ferner beide Flächen gewölbt (convex) wie FLGHME und GOKJNH Fig. 8, ausgeſchweift (concav) wie GOKJNH Fig. 9, oder ganz uneben

und vielfach gekrümmt, wie FLGHME Fig. 9, oder ihre Höhe Hh Fig. 10, bis H′ vermehrt oder bis H″ vermindert, während die Flächen selbst im ersteren Falle sich so ausdehnen und im letzteren so zusammenziehen, daß sie immer in der Linie G′H′ und G″H″, senkrecht über gh, in Berührung bleiben, so wird dessen ungeachtet ihre Projection in nichts verändert, weil die Flächen nur immer ein und denselben Theil der Grundfläche beschatten, oder die Perpendikel von ihren Grenzlinien zur Grundfläche sich nicht ihrer Stellung, sondern nur ihrer Länge nach verändern. —

Aus einer Proj. läßt sich unmittelbar kein Schluß auf die Beschaffenheit, Höhe u. Böschungswinkel d. Flächen machen.

§. 34. Aus dem vorstehenden § ergiebt sich, daß aus der Projection von Flächen unmittelbar nicht zu erkennen ist, ob dieselben eben, gewölbt, geschweift oder vielfach gekrümmt sind, ob die Projection einer oder mehreren Flächen angehört, bis zu welcher Höhe die letzteren sich erheben und welchen Böschungswinkel sie haben. Da nun aber durch Terraindarstellungen jede Berg- und Thalform, jeder Wechsel von Höhe und Tiefe, jede bedeutende Nüance im Böschungswinkel der Berggehänge ꝛc. ausgedrückt werden soll, so müssen noch andere Elemente zur orthographischen Projection hinzutreten, um jene Bestimmungen möglich zu machen. — Welche? werden wir später kennen lernen. Bleiben wir zunächst nur bei den mathematischen Bestimmungen der orthogr. Projection stehen.

Unterscheidung verschieden geneigter Flächen in d. Projection.

§. 35. Soll indessen in einer Projection AA′J′J, Fig. 11, unterschieden werden, welche ihrer Theile den größeren und welche den kleineren Böschungswinkeln einer gebrochenen oder verschieden geneigten, theils ebenen, theils unebenen Fläche angehören, so werden von den Linien BB′, CC′, DD′, FF′ ꝛc., in welchen der Wechsel der Böschungswinkel eintritt, Perpendikel Bb und B′b′, Cc und C′c′, Dd und D′d′ ꝛc. auf die Grundfläche gefällt, und die Punkte b, b′, c, c′, d, d′ ꝛc., in welchen die gleichnamigen Perpendikel die Grundfläche treffen, durch Linien verbunden. Oder man betrachtet die gebrochene Fläche als aus eben so viel Flächen zusammengefügt, als sie verschieden geneigte Theile AA′B′B, BB′C′C, CC′D′D ꝛc. hat, und projicirt jeden dieser Theile, unabhängig von dem andern, für sich, jedoch so, daß auf dieselbe Weise, wie die verschiedenen Flächentheile zusammenstoßen und sich gegenseitig begrenzen, auch die Projectionen sich berühren und begrenzen.

Maximum, welches von irgend einem Körper durch eine ortho. Proj. dargestellt werden kann.

§. 36. Nach dem bereits Gesagten kann es nicht schwer fallen, eine Cylinder-, eine Kugelfläche, ja selbst die Oberfläche irgend eines anderen durch ebene oder krumme Flächen begrenz-

ten Körpers zu projiciren. Auch ist wohl kaum zu bemerken nöthig, wie das Maximum, welches überhaupt noch durch eine orthogr. Projection von Körpern dargestellt werden kann

1) vom Cylinder die halbe krumme Oberfläche ist, denn der größte Durchschnitt wird durch eine Ebene gebildet, welche man sich durch die Achse, mithin in der Richtung des Diameters der Grundfläche gelegt denkt, und welche also den Cylinder halbirt. Alle Perpendikel von der krummen Oberfläche auf die Richtung der Durchschnittsebene, müssen innerhalb des größten Durchschnitts fallen, und mithin kann die Projection nicht größer werden als dieser;
2) von einer Kugel, aus eben den Gründen, die Halbkugel;
3) von jedem andern Körper der Theil, der entweder über oder unter der größten Durchschnittsebene liegt.

Allgem. Ansichten über d. Project. von Punkten. Linien u. Figuren.

§. 37. Befindet sich auf irgend einer Fläche ein Punkt, eine Linie oder eine Figur, und sollen diese Objecte mit der Fläche zugleich bildlich dargestellt werden, so wird ihre orthographische Projection ganz so, wie die der Fläche selbst, durch Perpendikel bewirkt, die von jenem Punkte, von allen Theilen jener Linie und den Begrenzungslinien jener Figur auf die Bildfläche gefällt werden. Wenn die Flächen, auf denen jene Objecte befindlich sind, eine andere Neigung zur Bildfläche annehmen, so geht auch sogleich mit den Projectionen eine Veränderung vor. Kongruente oder mathematisch ähnliche Bilder sind indessen durch die orthographische Projection nur von solchen Linien und Figuren möglich, die eine parallele Lage mit der Bildfläche haben, oder auf Ebenen sich befinden, die mit der letzteren parallel laufen.

Projection von Punkten.

§. 38. Die Projection eines Punktes ist immer wieder nur ein Punkt, gleichviel welche Neigung die Fläche, auf der er bezeichnet ist, zur Grundfläche (Bildfläche) hat. Nur wird er auf der letzteren eine Veränderung in der Lage erfahren, wenn der Neigungswinkel größer oder kleiner wird. So rückt z. B. die Projection des Punktes O, Fig. 7, von o nach o′ und o″, je nachdem die geneigte Fläche aus der Lage EFGH in die von EFG′H′ und zuletzt in die senkrechte Stellung von EFG″H″ übergeht.

Proj. gerader Linien.

§. 39. Die Projection einer geraden Linie ist entweder wieder eine gerade Linie oder ein Punkt;

a. eine gerade Linie

1) wenn die Originallinie unter einem Winkel, der kleiner oder größer als ein rechter ist, sich zur Bildfläche neigt, wie bei Fig. 12 KJ' und KJ''' in ki' und ki''' ihre Projection finden;

2) wenn die Originallinie mit der Bildfläche parallel läuft. So ist Proj. ki Fig. 12 = Linie KJ, und Proj. vw Fig. 7 = Linie VW.

b. ein Punkt, k Fig. 12, wenn die Originallinie senkrecht auf der Grundfläche steht, wie Linie J''K.

Verändert die Fläche, auf der sich die Originallinie befindet, ihren Böschungswinkel, so wird die Projection der Linie auch eine andere Lage und eventualiter auch eine andere Länge erhalten. Es sind hier folgende drei Fälle zu unterscheiden:

1) Liegt die Originallinie in der Richtung der Neigung der Fläche, wie OP in Fig. 7, so wird nach §. 32 mit der Zunahme des Böschungswinkels ihre Projection immer kürzer, auf der Grundfläche näher und näher, von op nach o'p', an die Scheitellinie EF des Winkels heranrücken, und endlich in dieser in den Punkt o'' zusammenschrumpfen, wenn die geneigte Fläche aus ihrer ersteren Lage EFGH durch die von EFG'H' in die senkrechte Stellung von EFG''H'' übergegangen ist.

2) Hat die Originallinie VW, Fig. 7, eine parallele Richtung mit der Grundfläche, und behält sie dieselbe bei jeder Lage der geneigten Fläche EFGH, so erreicht ihre Projection vw das Maximum der Größe, d. h. mit ihr gleiche Länge nach §. 32. Verändert sich der Böschungswinkel HEh, so rückt die Projection vw zwar auch auf der Grundfläche von vw nach v'w' und v''w'' fort, allein sie behält in jeder späteren Lage gleiche Länge und eine parallele Richtung mit der frühern. Es ist also Proj. vw || und = v'w' || und = v''w'' || und = VW. —

3) Liegt die zu projicirende gerade Linie weder in der Neigungsrichtung noch so auf der geböschten Fläche, daß sie bei keinem Böschungswinkel über 0° eine parallele Lage mit der Grundfläche hat, wie z. B. UV, so verkürzt sich ihre Projection uv und u'v' allerdings auch bei zunehmendem Böschungswinkel, allein verhältnißmäßig geringer wie OP, und niemals bis zu einem Punkte, weil sie stets eine geneigte Stellung — wie J'''K Fig. 12,

auch wenn die Fläche EFGH ſenkrecht iſt, — zur Grundfläche behält.

Projection von Parallellinien.

§. 40. Laufen zwei oder mehrere gerade Linien mit einander parallel, ſo erſcheinen ſie, aus leicht zu erweiſenden Gründen, in der Projection, ſo lange dieſe noch Linien darſtellt, ſtets wieder als Parallelen, die Fläche, auf der ſie ſich befinden, mag einen Böſchungswinkel haben, welchen ſie will.

Proj. krummer, gebrochener u. gemiſcht. Linien.

§. 41. Die Projection einer jeden krummen, gebrochenen oder gemiſchten Linie iſt entweder eine gerade oder eine krumme, gebrochene oder gemiſchte Linie:

a. eine gerade Linie

1) wenn die Originallinie auf einer ebenen Fläche, die ſenkrecht zur Grundfläche ſteht, vorhanden iſt. Z. B. in Fig. 12 iſt om, om′ und nm″ die Projection von OM, OM′ und OM″, denn alle von der krummen Linie zur Grundfläche hinab gefällten Perpendikel Mm, M′m′, M″m″, Oo und Nn liegen in der vertikalen Ebene EFGH, auf der ſich nach der Annahme die krumme Linie befindet. Aus ſtereometriſchen Gründen kann aber jene Ebene die Bildfläche nur in einer geraden Linie EH ſchneiden, mithin müſſen alle projicirten Theile der krummen Linie in dieſe gerade Durchſchnittslinie fallen;

2) wenn die Originallinie auf einer unebenen Fläche wie EMH, Fig. 8 u. 9, auf der Fläche EFGH, oder auf verſchieden geneigten Flächen, wie ABCDFGHJ Fig. 11, in einerlei oder in der Neigungsrichtung fortläuft. Denken wir uns in dieſer Richtung durch die unebenen oder verſchieden geneigten Flächen die Ebenen EHh und ADFJ vertikal zur Grundfläche gelegt, ſo werden wiederum in dieſer Ebene ſämmtliche Perpendikel jener Linien liegen, und die letzteren in den Durchſchnittslinien Eh und AJ der vertikalen Ebene mit der Grundfläche projicirt ſein.

b. eine krumme, gebrochene oder gemiſchte Linie, wenn die Originallinien auf ſchiefwinklig geneigten ebenen Flächen ſich befinden, oder wenn ſie in ganz willkürlicher ſich verändernder Richtung über ebene und unebene Flächen, von denen die erſteren nicht ſenkrecht ſtehen dürfen, dahin laufen. So ſind z. B. die gebrochenen Linien UOX und UVW, Fig. 7, in uox und uvw projicirt.

Verändert ſich die Lage der geneigten Flächen, auf welcher jene Linien gezeichnet ſind, ſo verändert ſich auch ſofort die Lage, Form und Länge der Hauptrichtung der Pro-

jectionen derſelben, wenn die Hauptrichtung nicht bei jeglicher Lage der geneigten Fläche parallel mit der Grundfläche bleibt. Z. B. die gebrochene Linie OXW, Fig. 7, faſt in der Neigungsrichtung der ebenen Fläche EFGH gelegen, rückt mit ihrer Projection von oxw nach o′x′w′ und o″w″x″, je nachdem die geneigte Fläche aus der Lage EFGH in die von EFG′H′ und EFG″H″ übergeht. Ihre Projection erhält in der Lage o′x′w′ einen ſchärferen Winkel bei kürzerer Hauptrichtung o′w′ und wird in der Lage o″w″x″ eine gerade Linie. Die gebrochene Linie UVWX, in der Hauptrichtung VW oder UX, welche ſtets || mit der Grundfläche bleibt, die geneigte Fläche EFGH mag eine Böſchung annehmen, welche ſie will, rückt zwar auch mit ihrer Projection bei Vergrößerung des Böſchungswinkels von uvwx nach u′v′w′x′ und u″v″w″x″, allein ihre Projection erhält in der Lage u′v′w′x′ größere Winkel, nähert ſich mithin ſchon einer geraden Linie, bis ſie bei der ſenkrechten Stellung EFG″H″ der geböſchten Fläche eine ſolche Linie u″x″ wird. Die Hauptrichtung dieſer Project. hat überall gleiche Länge und liegt in jeder ſpäteren Lage parallel mit der früheren.

§. 42. Die Projection von Figuren iſt entweder wieder eine Figur oder eine Linie: Project. von Figuren.

a. eine Figur, wenn ſie ſich auf einer mit der Grundfläche parallelen oder zu derſelben geneigten Fläche befindet. So iſt z. B. ouvwx, Fig. 7, die Proj. von OUVWX;

b. eine gerade Linie nach §. 41, wenn ſie auf einer zur Bildfläche ſenkrechten ebenen Fläche dargeſtellt iſt, wie z. B. u″x″ die Proj. von O″U″V″W″X″ iſt;

c. eine krumme Linie, wenn ſie ſich auf einer zur Bildfläche ſenkrechten unebenen Fläche befindet; im letzteren Falle kann die Proj. einer Figur auch wieder eine oder mehrere durch gerade, gebrochene oder krumme Linien verbundene Figuren werden.

Mit der Veränderung des Böſchungswinkels der geneigten Fläche EFGH tritt zugleich eine Veränderung in der Lage und Form der Figur OUVWX, Fig. 7, ein. Was die Lage betrifft, ſo rückt die Proj. in eben dem Grade, in welchem der Böſchungswinkel HEh allmählig wächſt, ſucceſſive von ouvwx nach o′u′v′w′x′, bis ſie endlich, wenn Fläche EFG″H″ ſenkrecht ſteht, in v″x″ in eine gerade Linie zuſammenſchrumpft.

In Rückſicht der Form ergiebt ſich

1) die Projection jeder ebenen Figur ist nach §. 32 am größten und der Figur selbst gleich und ähnlich, wenn diese eine parallele Lage mit der Grundfläche hat;
2) in der Richtung der Neigung der geböschten Fläche verkürzt sie sich nach §. 32 und §. 39 immer mehr und mehr, je mehr sich der Böschungswinkel einem rechten nähert, und erscheint endlich, nach §. 41, als gerade Linie, wenn jene Fläche senkrecht zur Bildfläche steht.
3) Die Projection einer Figur verkürzt sich nach §. 40 nicht in der Abmessung der Seite der Figur, welche parallel mit der Grundfläche liegt.

Aus 2. und 3. geht hervor, daß ein Kreis, der sich auf einer geneigten ebenen Fläche befindet, in der Projection als Ellipse erscheint, deren große und kleine Achse bei einem kleinen Böschungswinkel sich fast gleich, bei einem großen hingegen sich sehr ungleich sind. —

Folgerung f. d. Proj. von Winkeln.

§. 43. Betrachten wir die Projection der Figur OUVW X, Fig. 7, näher, so lassen sich aus derselben und den vorhergehenden §§. nachstehende Folgerungen für die Projection von Winkeln ziehen:

1) Die Projectionen der rechten Winkel OPV und OPW, deren einer Schenkel || mit der Grundfläche, der andere in der Neigungslinie der geböschten Fläche EFGH liegt, bleiben unverändert rechte Winkel (also opv = o'p'v' = OPV = opw = o'p'w' = OPW = R) bis die Fläche, auf der sie sich befinden, eine senkrechte Stellung angenommen, ein Schenkel OP sich in einen Punkt o'' zusammengezogen hat, und mithin der Winkel in der Projection nur als eine gerade Linie erscheint.
2) Die Projectionen aller rechten und schiefen Winkel, deren Schenkel wie die von ∠ UOX bei der Bewegung der geneigten Fläche EFGH auf beide Seiten des Scheitels O fallen, wachsen mit der Zunahme des Böschungswinkels wie die Winkel uox und u'o'x' und werden bei senkrechter Stellung der Fläche = 2 R, wie u''o''x''.
3) Die Projectionen aller rechten und schiefen Winkel, deren Schenkel, wie die von den Winkeln OUV und OXW, bei der Bewegung der geböschten Fläche auf eine Seite des Scheitels U oder X fallen, werden mit der Zunahme des Böschungswinkels immer klei-

kleiner, wie ouv u. o'u'v' oder oxw u. o'x'w', und zuletzt, wenn jene Fläche senkrecht steht, = 0.

§. 44. Daß gleiche Linien, gleiche Winkel und congruente Figuren, bei gleicher Neigung und Lage gegen die Grundfläche, auch in ihren Projectionen immer in gleicher Größe und Form erscheinen, und ähnliche Figuren unter jenen Bedingungen sich ähnlich bleiben müssen, darf wohl kaum erst erwähnt werden. Folgerung f. d. Proj. gleicher Linien, Winkel, congruenter und ähnl. Figuren.

§. 45. Wenden wir das in den vorstehenden §§. ganz allgemein Entwickelte auf unsern Zweck an. — Die Erde, ein Körper, der seiner Hauptform nach allerdings ein Ellipsoid oder einer Kugel ähnlich ist, wird von theils ebenen, theils unebenen Flächen begrenzt. Das Festland mit seinen Orten, Straßen, fließenden und stehenden Gewässern, Landesgrenzen u. s. w., das Meer mit seinen Küsten, Inseln und Verzweigungen ꝛc., stellen auf ihrer Oberfläche Punkte, krumme und gerade Linien, Winkel und Figuren dar, welche sämmtlich, wenn ein Theil der Erdoberfläche durch eine Terrainzeichnung oder Charte bildlich wiedergegeben werden soll, eben so auf die Grund- oder Bildfläche reducirt werden müssen, wie der gewölbte Theil der Erdkugelfläche selbst. Das erstere ist das Geschäft des Detailaufnehmers, das letztere das des Chartenzeichners oder desjenigen, der mit den Vorarbeiten zu größeren Vermessungen beauftragt wird. Anwendung der vorstehenden §§. auf d. Proj. d. Erdoberfläche.

§. 46. Da wir indessen für unsern Zweck annehmen können, daß die Kugelfläche der Erde aus außerordentlich vielen kleinen ebenen Flächen zusammengesetzt ist, weil wir in dem kleinen Maßstabe unserer Arbeiten die Differenz zwischen kleinen, gewölbten und ebenen Flächen in der Projection entweder gar nicht ausdrücken, oder unbeschadet der Richtigkeit außer Acht lassen können, so wird auch dann, wenn nur eine dieser Flächen, d. h. ein ganz kleiner Erdraum, bildlich dargestellt werden soll, von der Projection der Kugelfläche des letzteren nicht die Rede sein, sondern nur von der Projection der speciellen, durch das Terrain und die einzelnen Gegenstände desselben erzeugten, Unebenheiten. Dehnt sich aber die Terraindarstellung oder Charte über größere Erdräume aus, so kommt allerdings die Kugelfläche des Erdkörpers in Betracht, und es muß zunächst der in Rede stehende Theil derselben projicirt werden, ehe von der Projection der zufällig erzeugten Unebenheiten auf ihm die Rede sein kann. Bei bildlicher Darstellung kleiner Erdräume wird auf d. Kugelfläche keine Rücksicht genommen, wohl aber bei der größerer Erdräume.

§. 47. Bei bildlichen Darstellungen größerer Erdräume, oder bei größeren militairischen Vermessungen, muß hauptsächlich Die Gradabtheilungen als Grundlage größerer milit. Vermessungen u. Charten.

dahin gearbeitet werden, daß die Verschiebungen, welche nothwendig durch die Projection eines größern Segments der Kugelfläche der Erde entstehen, auf einen bestimmten Raum beschränkt werden, und über denselben hinaus nicht ungünstig auf die Zeichnung und deren Richtigkeit einwirken können. Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, nimmt man den Raum eines Erdgrades, der von zwei zunächst liegenden Parallelkreisen und Meridianen für volle Grade begrenzt wird, als einen für sich bestehenden Theil der Erdoberfläche an, und bezeichnet seine Projection mit dem Worte Gradabtheilung. Jede Gradabtheilung bildet eine eigne unabhängige Charte, an welche die angrenzenden Gradabtheilungen passen, und beim Entwurf von größeren Charten kann nach Belieben Gradabtheilung an Gradabtheilung gereiht werden.

Construction einer Gradabtheilung.

§. 48. Die Projection einer Gradabtheilung wird entworfen, indem man die Länge für einen Grad des Parallelkreises der bestimmten Breite, und eben so für einen Grad des zunächst darüber gelegenen nördlichen Parallelkreises berechnet, oder das Maß ihrer Länge aus den für diesen Zweck eigens berechneten Tabellen entnimmt, sodann nach dem verjüngten Maßstabe, in dem gearbeitet werden soll, die Länge für den Grad des südlicheren jener beiden Parallelkreise in zwei Hälften auf eine gerade Linie von einem beliebigen Punkt B, Fig. 13, in der Mitte derselben aus, nach beiden Seiten, also von B nach A und von B nach C; hierauf, in gleicher Weise, aus eben demselben Punkt, die Länge des nördlicheren jener beiden Parallelkreise, also von B nach D und von B nach E, trägt, und in den beiden zuletzt gefundenen Punkten Perpendikel errichtet. Sodann berechnet man die Länge für einen Grad des durch A und C gehenden Meridians, wobei die gewölbte Fläche der Erde für Charten und kleinere Maßstäbe, der Bequemlichkeit der Rechnung wegen, und weil dadurch kein bemerkbarer Fehler entstehen kann, stets als Kugelfläche in Rechnung gebracht wird, nimmt die gefundene Länge vom verjüngten Maßstabe in den Zirkel, beschreibt aus A durch Perpendikel DF und aus C durch Perpendikel EG einen Bogen, und verbindet die Durchschnittspunkte F und G durch eine gerade Linie, so giebt diese die Projection des nördlichen, wie AC die des südlichen jener beiden Parallelkreise für einen Grad. Endlich verbindet man die beiden westlichsten und die beiden östlichsten Punkte jener Linien, also A mit F und C mit G, und erhält dadurch die Projection der beiden Meridiane für einen Grad,

und den Flächenraum begrenzt, in dem der eines Erdgrades dargestellt werden muß. — Da wir aber statt der Sehnen der Parallelkreise und Meridiane eines Erdgrades die Länge der Bogen in Rechnung gebracht, mithin auf der horizontalen Grundfläche den Raum überschritten haben, den eine orthograph. Projection einnehmen sollte, und da die Abweichung der gewölbten von der ebenen Fläche innerhalb eines Erdgrades äußerst gering ist, so kann die Projection dieses Erdsegments nicht als eine orthographische, sondern als eine fast vollkommen geometrische oder eine solche betrachtet werden, auf der sämmtliche Figuren denen des Originals geometrisch ähnlich sind. Wir erlangen durch sie den Vortheil, daß der Flächenraum der Projection im verjüngten Maßstabe dem des Kugelsegments und daher auch alle correspondirenden Entfernungen auf beiden einander gleich sind. Uebrigens ist die Differenz zwischen Bogen und Sehne eines Erdgrades so unbedeutend, daß sie nur bei Charten in den größeren Maßstäben ausdrückbar ist.

Benennung der Gradabtheilungen.

§. 49. Die Gradabtheilungen werden nach den Graden benannt, welche sie einschließen. Da nun für die Breite, welche in unserer Zone von Süden nach Norden wächst, die südliche, und für die Länge, welche von Westen nach Osten wächst, die westliche Begrenzungslinie diejenige ist, von welcher man zu zählen anfängt, so wird die Gradabtheilung nach diesen beiden Linien benannt. Es heißt mithin die Gradabtheilung Fig. 15, welche den Raum vom 52sten bis 53sten ° der Breite und vom 31sten bis zum 32sten ° der Länge einschließt: Gradabtheilung 52, 31.

Zusammenstellung der Gradabtheil. zu einer größeren Charte.

§. 50. Alle Gradabtheilungen ein und desselben Breitengrades sind gleich groß, weil sie, als gleiche Theile einer Erdzone, gleiche Bogen zu ihren Begrenzungen haben. Legt man nun mehrere solcher Gradabtheilungen neben einander, so werden ihre nördlichen und südlichen Grenzen, da die letzteren länger als die ersteren sind, die beiden Parallelkreise durch gebrochene Linien darstellen. Letztere können indessen leicht, ohne daß dadurch irgend ein Fehler von Bedeutung erzeugt wird, in Kurven von derselben Hauptrichtung umgeformt, und dadurch die Winkel vermieden werden, welche die Projection des Parallelkreises zweier neben einander liegender Gradabtheilungen erzeugt. Soll endlich die Charte eines Theils einer Zone von mehreren Graden der Breite projicirt werden, und legt man demgemäß die Gradabtheilungen mehrerer auf einander folgender Breitengrade nach ihrer Reihenfolge zonenweise von Süden

nach Norden über einander, so wird ein und derselbe Parallelkreis in der angrenzenden nördlicher gelegenen Zone eines Breitengrades anders und mehr gekrümmt sein, wie in der zunächst südlicher gelegenen Zone, weil die Projection für einen Grad der Parallelkreise von Norden gegen Süden zwar verhältnißmäßig aber nicht gleichmäßig wächst. Es wird daher in jeder Zone allerdings eine Gradabtheilung, A Fig. 14, mit der zunächst über und unter ihr gelegenen B und C sich in ab und cd genau berühren, nach Osten und Westen aber ein Zwischenraum zwischen den verschiedenen Zonen der Breitengrade, wie ebf und hak, und gdi und lcm entstehen, und desto größer werden, je mehr Längengrade die Zonen umfassen.*) Diesen Zwischenraum schafft man dadurch fort, daß man jedem Parallelkreise die mittlere Richtung vabo und xcdu zwischen den Richtungen giebt, die er nach der zunächst nördlicher und zunächst südlicher gelegenen Zone der Breitengrade erhalten sollte. Hierdurch wird allerdings gegen den Ost- und Weststrand der Charte eine Erweiterung stattfinden, allein nicht von Bedeutung sein, wenn die Charte nicht eine zu große Ausdehnung erhält. Soll die letztere indessen einen sehr bedeutenden Umfang erhalten, so würden die vorerwähnten Verschiebungen sehr auffallend sein, wenn man sie auf ein Blatt zeichnen wollte. Da die Charte indessen, wenn sie in größerem Maßstabe gezeichnet werden soll, in mehrere Blätter zerlegt werden muß, um einen jeden Theil derselben übersehen zu können, mithin ein Blatt nur einige Gradabtheilungen umfassen kann, und die mittelsten Gradabtheilungen jedes Blattes an ihrer Nord- und Südgrenze mit einander in Berührung treten, so wird auch der Zwischenraum zwischen den verschiedenen Breitenzonen an der Ost- und Westgrenze jedes Blattes immer nur sehr gering sein und als Null angenommen werden können.**) — Wie man größeren Verschiebungen bei geographischen Charten, die ganze Länder, mehrere Reiche, oder vielleicht gar einen Erd-

*) In Fig. 14 sind die Gradabtheilungen größer an Breite und Länge gezeichnet worden, als sie in diesem kleinen Maßstabe sein können, damit die Differenzen der Krümmungen ein und desselben Parallelkreises in den verschiedenen Breitenzonen besser in die Augen fallen.

**) Dies kann namentlich geschehen, wenn, wie es häufig vorkommt, jedes Blatt einer größeren Charte 2 Gradabtheilungen einer Breite, oder 6 Gradabtheilungen, von denen je 3 und 3 einer Breite, und 2 und 2 einer Länge angehören, umfaßt.

theil oder die Erdhalbe umfaſſen, vorbeugt, gehört nicht hierher, und wer ſich darüber näher unterrichten will, mag in Mayer's vollſtändiger und gründlicher Anweiſung zur Verzeichnung der Land-, See- und Himmelscharten und der Netze zu Coniglobien und Kugeln, wie in anderen Werken dieſer Art nachleſen.

Zerlegung der Gradabtheil. in Bande u. Blätter.

§. 51. Soll die Projection zur Vorbereitung einer militairiſchen Vermeſſung dienen, ſo muß eine jede Gradabtheilung wieder in kleinere Abtheilungen oder Blätter, wie ſie auf den Meßtiſch zur Detailaufnahme aufgetragen werden können, zerlegt werden. Dies geſchieht bei den topographiſchen Arbeiten des Königlich Preußiſchen Generalſtabes im Maßſtabsverhältniß von $\frac{1}{25000}$ dadurch, daß man jede Gradabtheilung von Süden nach Norden in 10 Bande, und jedes Band von Weſten nach Oſten wiederum in 6 Sectionen oder Blätter zerlegt, wodurch die Gradabtheilung in 60 Sectionen zerfällt, deren jede 10 Minuten geographiſche Länge und 6 Minuten geographiſche Breite umſchließt. — Die einzelnen Sectionen werden genau eben ſo, wie die Gradabtheilungen der Charten in kleineren Maßſtäben, conſtruirt (§. 48), und die Länge ihrer Begrenzungslinien aus eigens dazu berechneten Tafeln entnommen. — Wie die Gradabtheilungen nach der Reihenfolge der Parallelkreiſe von Süden nach Norden, und der Meridiane von Weſten nach Oſten, benannt werden, ſo bezeichnet man, wie in Fig. 15, die Bande von Süden nach Norden mit römiſchen, und die Sectionen von Weſten nach Oſten mit gewöhnlichen (arabiſchen) Ziffern. Die Section 4, Band V, Gradabtheilung 52, 31, umſchließt alſo den Raum zwiſchen 52° 24′ und 52° 30′ der Breite und 31° 30′ bis 31° 40′ der Länge. — Werden die Originalaufnahmen zu Operationscharten im Maßſtabsverhältniß von $\frac{1}{100000}$ zuſammengetragen oder reducirt, ſo zerfällt jede Gradabtheilung in 2 Blätter, von denen das ſüdlichere oder Blatt 1, Band I bis V, das nördlichere oder Blatt 2, Band VI bis X umfaßt. Jedes Blatt enthält alſo einen vollen Grad der Länge und einen halben Grad der Breite.

Vortheil der Eintheilung in Gradabth. u. Sectionen.

§. 52. So wie die Gradabtheilungen die Einheiten bilden, aus welchen die Charten zuſammengeſetzt werden, ſo ſind bei größeren militairiſchen Vermeſſungen die Sectionen wieder die Einheiten der Gradabtheilungen. Die Convergenz der Meridiane iſt ſelbſt in den einzelnen Sectionen dargeſtellt, die Ku-

geſtalt der Erde wird dadurch bei der Detailaufnahme, ohne daß es der Aufnehmer durch irgend eine Unbequemlichkeit empfindet, berückſichtigt, und die Originalzeichnungen der Aufnahmen können, ohne jede Störung oder bemerkbare Verſchiebung, für den militairiſchen Gebrauch in einen kleineren Maßſtab reducirt und die hierdurch entſtehenden Charten, ſo weit man will, fortgeſetzt werden, ohne daß eine Aenderung in der Projection nöthig wäre. —

## III. Von der Berg- oder Terrainzeichnung.

Die Terrainzeichn. muß d. Charakter u. d. Phyſiognomie einer Gegend vollſtändig wiedergeben.

§. 53. Die Darſtellung der Unebenheiten des Bodens iſt auf einem militairiſchen Plane Hauptſache, und muß daher ſo ſorgfältig wie möglich ausgeführt werden. Man will nach ihr auf das Beſtimmteſte die Form, die verſchiedenen Abſtufungen der Wölbungen, Erhebungen und Vertiefungen des Bodens, die Höhe der einzelnen Punkte über einander, die Relation, in welcher Berg und Thal mit einander ſtehen, und vor allen Dingen den Einfluß beurtheilen können, den das Terrain auf die Bewegung und Schlagfähigkeit der Truppen ausübt. Eine gute Terrainzeichnung muß alſo Profilzeichnungen faſt gänzlich entbehrlich machen und ſo vollſtändig die Phyſiognomie, oder den eigenthümlichen Charakter einer Gegend und aller ihrer Einzelheiten wiedergeben, daß Jemand, der dieſe Gegend niemals geſehen, ſich nach dem Plane ein ſo anſchauliches Bild von ihr und ihren Theilen machen kann, daß er ſie, wenn er ſie betritt, nicht nur ſofort erkennt, ſondern ſich auch auf ihr ſo zurecht zu finden vermag, als ob er in ihr geboren und erzogen wäre.

Wie ſie dies erreichen kann.

§. 54. Soll die Terrainzeichnung dieſen Anforderungen entſprechen, ſo muß ſie

1) ſich bei der orthographiſchen Projection der Unebenheiten des Bodens nicht nur anwenden laſſen, ſondern auch alles das, was durch die Projection allein nicht ausgedrückt werden kann, darſtellen und mithin dieſelbe ergänzen, damit durch die Zeichnung das Terrain mit ſeinen Gehängen, Schluchten, Thälern ꝛc., der Natur getreu wiedergegeben werde;
2) ſogleich den Winkel erkennen laſſen, den irgend eine geneigte Bodenfläche mit dem Horizont macht, damit die Höhe von Terrainunebenheiten und der Grad der Hemmung beurtheilt werden könne, den ſie Truppenbewegungen entgegen ſetzt;

3) bei der Aufnahme der Terrainunebenheiten selbst mit Leichtigkeit, Schnelligkeit und Bestimmtheit ausgeführt werden können;
4) sich leicht erkennen, und von minder geübten Zeichnern fast eben so richtig, als von geübten anwenden lassen, und
5) schnell und richtig, sowohl im gleichen Maßstabe, als bei der Reduction von Plänen und Charten in kleinere Maßstäbe, copirt werden können, damit selbst Copieen von Copieen dem Originale möglichst vollkommen ähnlich werden.

Entwickelungsgeschichte d. Terrainzeichnung bis auf den Major v. Müller.

§. 55. Eine solche Darstellungsweise war indessen nicht sogleich gefunden. Die Anforderung an die Terrainzeichnung steigerte sich nothwendig mit den Fortschritten in der Kriegskunst. Immer lebhafter wurde das Bedürfniß gefühlt, von dem Grund und Boden, auf dem man sich schlagen sollte, eine treue Zeichnung zu haben. So ging man durch Jahrhunderte hindurch von Versuchen zu Versuchen über, bis die Planzeichnung den gegenwärtigen Standpunkt erreichte. Werfen wir einen Blick in ihre Entwickelungsgeschichte,*) so wird sich nicht verkennen lassen, daß dieselbe in der genauesten Verbindung mit

*) Die Vermessungs- und mit ihr die Chartenzeichnenkunst verliert sich im grauesten Alterthume. In den Felsengrotten von Palmira findet man in Stein gehauene Charten. Die Aegypter kannten sie schon vor Aufnahme der Kinder Israels in ihre Grenzen. Das gelobte Land wurde, als das Volk der Hebräer wieder davon Besitz nahm, etwa 1400 v. Chr., vermessen, demnach unter den 12 Stämmen vertheilt und die Grenzen der letzteren genau bestimmt. — Der Grieche Anaximander soll, etwa 500 Jahr v. Chr., der Erfinder der bildlichen Darstellungen der Erdkugel gewesen sein und auch die erste Charte unter den Griechen verfertigt haben. Auch die Römer hatten Charten von ihren Ländern, und bei ihren Eroberungen lag es den Feldherren ob, Reisetafeln oder Charten der in Besitz genommenen Länder anfertigen zu lassen. Claudius Ptolemäus suchte, etwa 140 n. Chr., mit großem Fleiß die Charten zu verbessern, wandte die Astronomie auf die Geographie an und erfand die Meridiane und Parallelkreise. Allein erst nach der Bekanntschaft mit der Magnetnadel, nach der Erfindung der Fernröhre, der Holzschneide- und der Kupferstecherkunst im Verein mit der Buchdruckerkunst und dem allgemeineren Studium der Mathematik, machte die Vermessungs-, Charten- und Planzeichnenkunst, vornehmlich aber im letzten Jahrhundert, fast reißend schnelle Fortschritte.

der Geschichte der Kriegskunst steht. — In den Jahrhunderten, in welchen die Heere sich nur langsam bewegten, nur auf Ebenen schlugen und fast eben so viel Zeit zum Aufmarsch zur Schlacht, als zur Schlacht selbst gebrauchten, gab man auf Plänen und Charten in der Regel gar keine Terrainunebenheiten an. Als aber die Heere beweglicher wurden, schweres Geschütz und Munitionstransporte mit sich führten, der Einfluß des Terrains auf militairische Unternehmungen immer klarer in die Augen sprang, fing man an, Hügelland durch einzelne Gruppen kleiner, nach der Malerperspective gezeichneter Berge, und Gebirgszüge durch Ketten eben solcher, jedoch etwas größer dargestellter Berge, wie Fig. 16 zeigt, anzudeuten. Selbst auf Plänen von Schlachten, Belagerungen und Städten wandte man die Malerperspective an, Fig. 17. Allein dies genügte, wie leicht begreiflich, bei den immer rascheren Fortschritten der Kriegskunst zu und nach der Zeit des 30jährigen Krieges nicht, denn man konnte dadurch weder den Fuß und den Umfang eines Hügellandes oder Gebirges bestimmt bezeichnen, noch den Charakter des Ganzen, wie seiner Theile, wiedergeben, und durchaus nicht die tiefen Thaleinschnitte, welche ein hohes Gebirgsplateau oder ein hohes, ebenes Land durchziehen, ausdrücken. Stellte man solche tiefe Thaleinschnitte, in denen gewöhnlich Gewässer über Geschieben dahinrauschen, durch zwei mit einander parallellaufende Ketten kleiner perspectivisch gezeichneter Berge, wie Fig. 18. A, dar, so waren sie gar nicht unterschieden von Thälern, welche durch Gebirgsrücken und deren Zweige gebildet werden, und es mußten mithin die unangenehmsten Verwechselungen entstehen. Um letztere zu vermeiden, kam man darauf, Einschnitte jener Art dadurch bildlich wiederzugeben, daß man von den beiden Bergreihen, durch welche man sie bis dahin auszudrücken pflegte, nur den Abhang, den sie einander zukehren, und die obere Terrainebene durch einen geraden Strich so markirte, wie es Fig. 18. B zeigt, und dies führte unwillkürlich zur Bezeichnung der Thalwände durch Schwungstriche, wie man sie jetzt noch häufig auf älteren, oder auch wohl noch auf neueren geographischen Charten findet. — Ein wenig später wandte man diese Darstellungsart auf den Zug von Gebirgen, und noch ein wenig später selbst auf einzelne Berge und Hügel an. Hierdurch war schon viel gewonnen, — ein bedeutender Schritt vorwärts gethan. Man konnte nun zwar den Fuß eines Berges, eines Gebirges, den Zug von Thälern ꝛc. genau bezeichnen, allein

zur Darstellung des mannichfaltigen Wechsels in der Neigung von Abfällen und Gehängen, in Höhe und Tiefe ꝛc., reichte diese Bezeichnungsmethode eben so wenig aus, als zur Beurtheilung der Nutzbarkeit des Terrains zum Angriff und zur Vertheidigung und Befestigung, und der wahren, örtlichen und praktikabeln Entfernungen (§. 134), welche doch so wichtig in Bezug auf die Wirkung der Geschosse und die Bewegung der Truppen sind. — Der siebenjährige Krieg fand die Terrainzeichnung in dieser Beschaffenheit. Friedrich der Große lernte auf seinen raschen Zügen und beim Entwurf seiner Dispositionen zu Operationen und Schlachten die Mangelhaftigkeit seiner Pläne und Charten genügend kennen. Er befahl daher den Officieren seines Generalquartiermeisterstabes (Generalstabes), die höchsten Terrainpunkte, welche Umsicht gestatteten, durch schwarze Flecke, und die höchsten Berge, Höhen- und Gebirgszüge, durch größere Schwärze von den niedrigeren zu unterscheiden, und führte hierdurch ein neues Element in die Terrainzeichnung ein. In dieser Manier sind die Pläne zur Geschichte des siebenjährigen Krieges von Tempelhof gezeichnet, wie auch die Pläne vom General v. Grawert, zur Beschreibung der Schlacht von Pirmasens. Die Figuren 19 und 21 geben von beiden eine Probe, und Fig. 20 zeigt, wie das Terrain, welches durch Fig. 19 dargestellt ist, in der jetzt üblichen Terrainzeichnung sich ausnehmen würde. Die Vergleichung beider Zeichnungen läßt klar erkennen, wie groß die Fortschritte in der Darstellung des Terrains in den letzten funfzig Jahren gewesen sind. — Während gegen Ende des vorigen Jahrhunderts der Königl. Preußische Ingenieur Major v. Müller der Theorie des militairischen Planzeichnens die Bahn zu brechen sich bestrebte, fingen die Franzosen an, die Schwungstrichmethode dadurch charakteristischer zu machen, daß sie auf dieselbe die Gesetze der Beleuchtung anwendeten und Gebirge, wie geringere Unebenheiten des Bodens, so darzustellen suchten, wie sie, aus einer gewissen Höhe gesehen, sich etwa dem Auge zeigen würden, wenn die tief am Horizont stehende Sonne sie grell beleuchtet (Fig. 22). Hierdurch waren sie nun freilich im Stande, die scharfen Formen der Gebirge, in denen bei einem größeren Wechsel von Höhe und Tiefe, flachen und steilen Gehängen, auch ein größerer Wechsel von Licht und Schatten stattfinden muß, charakteristisch auszudrücken, allein für ein Terrain mit flachen Wölbungen und einem geringen Wechsel von Höhe und Tiefe war diese Darstellungsart bei weitem noch nicht geeignet.

v. Müllers Terrainzeichnung und die der Sachsen vorlehmann.

§. 56. Auch die vom Major von Müller vorgeſchlagene Terrainzeichnung führte noch nicht ganz zum Zweck. In ſeiner erſten Manier, Fig. 23, wollte er nur nach Friedrich's des Großen Grundſätzen, durch eine mehr oder mindere Schwärze der Zeichnung, die Ueberhöhung, aber auch — weitergehend — die größere oder geringere Steilheit der Abfälle andeuten. — Seinem Beiſpiele folgte man in Sachſen bei Aufnahme eines Theils des Churfürſtenthums. Allein man verließ ſowohl die Schwungſtrichmethode der Preußen, als die Schatten- und Lichtmethode der Franzoſen, und ſchlug dadurch einen Mittelweg ein, daß man der Zeichnung, durch kreuzweiſe über einander gelegte Striche, ein getuſchtes Anſehen zu geben ſuchte. — War die Bezeichnung der ſtärker geneigten Abhänge, mit einer dunkleren, und die der ſanfter geneigten mit einer helleren Tinte allerdings auch einer der bedeutendſten Fortſchritte in der Terrainzeichnung, ſo war hierbei doch immer noch einem jeden Aufnehmer oder Zeichner überlaſſen, nach ſeinem Geſchmacke die Tinten zu wählen, denn es fehlte, ohne genaue Beſtimmung der Tinten für gewiſſe Böſchungswinkel, die feſte Baſis bei Auswahl derſelben. Daher konnte auch derjenige, dem die in dieſen Manieren gezeichneten Pläne und Charten zur Beurtheilung vorgelegt wurden, nicht mit Beſtimmtheit über den Grad der Hemmungen entſcheiden, den das darauf verzeichnete Terrain Truppenbewegungen entgegenſetzen würde; denn der Aufnehmer, welcher eine grelle Darſtellung liebte, zeichnete ein ſanftes Terrain ſchwärzer, als ein anderer, der Gefallen an ſchwachen Tinten fand, ein Gebirgsterrain. — Auch Müller's Darſtellungsweiſe ſtand mit ſich ſelbſt im Widerſpruch. Die höchſten und dominirenden Punkte ſollten durch eine größere Schwärze hervortreten, waren ſie aber ſanft gewölbt, ſo mußten ſie deſſen ungeachtet als ſteile Kegelberge gezeichnet werden. Irrungen waren alſo bei Beurtheilung ſeiner Zeichnungen gar nicht zu vermeiden. Die Sachſen umſegelten dieſe Klippe, indem ſie nur die Böſchungswinkel bei der Darſtellung der Terrainunebenheiten unterſchieden, und einem jeden Beurtheiler ihrer Zeichnungen es überlaſſen wollten, die Höhe der einzelnen Terrainpunkte über einander aus ihrer Lage und der Länge der geneigten Flächen zu ermitteln. — Der Major v. Müller lernte bald durch die Praxis die gerügten Mängel ſeiner Darſtellungsweiſe hinreichend kennen, und ſuchte ſie in ſeiner zweiten Manier, die er kurz vor ſeinem Tode entwarf, zu erweitern, der Terrainzeichnung überhaupt mehr Be-

stimmtheit und inneren Halt zu geben, und dieselbe für den Gebrauch im Kriege zweckmäßiger zu machen. Er bestimmte für neun verschiedene Abdachungen, die er im Verhältniß ihrer Höhe zur Anlage angab, mit besonderen Nummern und Namen belegte, eben so viel verschiedene Bezeichnungen, wie sie Fig. 24 darstellt, und setzte zugleich fest, daß alle Terrainstellen, welche der Bewegung der Artillerie und Truppen überhaupt, durch steinige, struppige und höckerige Erhabenheiten hinderlich sind, durch kraus ausgezogene Striche, so wie diejenigen der drei ersten Nummern, die von Flug- und Treibsand eingenommen sind, mit wenigen Punkten zwischen den Bergstrichen angedeutet werden sollen. Die sechs ersten Nummern faßte er unter dem gemeinsamen Namen von Erd-, die drei letzteren unter dem von Felsen-Gradationen zusammen, und hielt sich überzeugt, daß jeder commandirende General, nach einem auf diese Weise gezeichneten Situationsplan, seine Truppen der Localität gemäß würde aufstellen können; gestand indessen doch ein, daß danach kein völlig richtiges Profil zu zeichnen sei, erachtete aber das letztere beim Gebrauch der Pläne im Felde für unnöthig. — Müssen wir dem Major v. Müller auch zugestehen, daß er der erste war, dessen Terraindarstellungen leicht verständlich und dem praktischen Gebrauche in vieler Beziehung angemessen waren, daß die Bezeichnungsmethode seiner zweiten Manier, richtig angewendet, die im §. 54 ausgesprochenen Bedingungen guter Bergzeichnungen zum Theil erfüllen dürfte, so hatte er doch noch eben so wenig, wie die Sachsen, einen richtigen Begriff von der orthographischen Projection der Terrainunebenheiten, denn er will selbst Bergformen — überhängende Felswände — die nach ihr gar nicht in der Zeichnung ausdrückbar sind, wiedergeben. Dies ist auch die Ursache, daß keine richtige Profile sich danach zeichnen lassen. Auch können nach seiner zweiten Manier nur die Neigungswinkel von sechs noch praktikabeln Böschungen erkannt werden, die noch dazu sehr verschiedene Abstände von einander haben; so springt er z. B. von 2 zu 4° und von 26 zu 45° über, und alle zwischen den letzteren beiden Abdachungen liegende Zwischenstufen, welche offenbar in militairischer Beziehung nicht unwesentlich sind, läßt er völlig unberücksichtigt.

§. 57. Dem Churfürstlich Sächsischen Lieutenant, später Major, Lehmann, war es vorbehalten, die Theorie der Bergzeichnung ihrer Vollendung nahe zu bringen, indem er die einmal von Müller aufgefaßte Ansicht: die Zeichnung so auszu-

Lehmanns Theorie der Bergzeichnung.

führen, daß man den Böschungswinkel der Abdachung erkennen könne, weiter fortführte. — Er war mit der Aufnahme eines Theils des Erzgebirges beauftragt, sah dabei bald ein, daß die Zeichnung von Berg und Thal nur dann der Natur getreu geschehen könne, wenn sie auf mathematische, und die Vertheilung von Licht und Schatten in der Darstellung schiefer Flächen, auf genau bestimmte Gesetze zurückgeführt werde, und machte seine Ansichten darüber im Jahre 1797 durch ein kleines Schriftchen öffentlich bekannt.

Mathematische Ansicht d. Terrainunebenheiten.

§. 58. „Wenn man annimmt — sagt Lehmann in seinem Schriftchen*) — daß die Gesichtslinien von einem Punkte ausgehen, so erscheint jeder Theil des gesehenen Gegenstandes in dem Maße seiner Entfernung vom Auge kleiner, mithin alle im ungleichen Maßstabe, d. i. perspectivisch. Nimmt man aber die Gesichtslinien unter sich parallel an, d. i., setzt man das Auge über jeden Punkt der (horizontalen Grund-) Fläche senkrecht, so erscheint die Größe aller Theile der Fläche in einerlei Verhältniß der Maße, oder geometrisch. Diese Erscheinung erfordert die Topographie. — Bei der vertikalen Ansicht fallen aber blos die horizontalen Entfernungen und die horizontalen Winkel unmittelbar ins Auge, mithin können auch im Horizontalplane nur die Horizontalentfernungen aufgetragen und wieder unmittelbar aus der Zeichnung entnommen werden. Die Höhen und die wahren Entfernungen der Gegenstände, so wie die vertikalen und wahren Winkel können nur aus dem bezeichneten Flächenwinkel der Bergabdachungen, auf welchen die Gegenstände liegen, mittelbar gefunden werden."

Beleuchtungstheorie.

§. 59. „Die Beleuchtung macht die Gegenstände sichtbar, und zwar um so deutlicher, je stärker sie ist. Eine Fläche ist aber am stärksten beleuchtet, wenn die Lichtstrahlen rechtwinklig; gleichmäßig und am deutlichsten, wenn sie parallel auffallen. Je schiefer die Lichtstrahlen auffallen, desto schwächer; je mannichfaltiger, desto undeutlicher ist die Beleuchtung." — Denken wir uns die Fläche AB, Fig. 25, horizontal liegend und senkrecht erleuchtet, so empfängt sie das Maximum des Lichts. Bewegt sie sich aber um eine ihrer Begrenzungslinien, z. B. B, in eine Lage A'B, die mit ihrer vorigen horizontalen einen Winkel A'BA beschreibt, so wird sie

*) Die Lehre der Situationszeichnung. 2te Aufl. Dresden 1816. S. 21. §. 15 u. 16. — Die erste Auflage erschien unter dem Titel: Darstellung einer neuen Theorie der Bezeichnung schiefer Flächen im Grundrisse und der Situation der Berge ꝛc., in Leipzig bei Fleischer.

nicht mehr von senkrechten, sondern von schiefwinklig auf sie fallenden Lichtstrahlen erleuchtet, und nur so viel der letzteren empfangen, als sie dem Raume CB (d. h. ihrer Anlage oder Projection) entzieht, der von ihr auf der horizontalen Grundfläche beschattet wird. Sie muß mithin dem Auge weniger erleuchtet (dunkler) und auch kürzer erscheinen, weil die Lichtstrahlen mit der senkrechten Sehelinie ein und dieselbe Richtung verfolgen. — Setzt die Fläche ihre Bewegung fort, und nimmt sie eine Lage A″B an, die einen größeren Flächenwinkel A″BA hat, so wird das Licht in noch schieferen Winkeln auf dieselbe fallen, und sie nur noch durch so viel Strahlen erleuchten, als auf ihre jetzige noch kleinere Projection BD fallen würden, wenn das Licht durch die Fläche hindurch scheinen könnte. Sie wird demnach dem Auge, wie noch kürzer, so auch noch dunkler erscheinen. — Nimmt sie endlich eine senkrechte Stellung A‴B an, so wird sie, da ihre Anlage = 0 wird, gar keinen Schatten mehr auf die horizontale Grundfläche werfen, mithin auch keine directen Lichtstrahlen mehr empfangen, sondern, von den letzteren nur gestreift, dem Auge, in eine Linie zusammengedrängt, ganz dunkel (schwarz) erscheinen. — Da nun aber BC = Cos. A′BA; BD = Cos. A″BA ist, so folgt daraus, daß die Beleuchtungen gleicher schiefer Flächen sich zu einander verhalten, wie die Cosinus ihrer Böschungswinkel.

Mittel zur Bezeichnung d. Böschungswinkel schiefer Bergflächen.

§. 60. Wenden wir das so eben Entwickelte auf die Bergzeichnung an, so muß sich auch die verschiedene Neigung der Bergflächen oder Gehänge durch den mehr oder minderen Grad der Beleuchtung oder Schwärze in der Darstellung charakterisiren lassen, wenn man das weiße Papier als Licht und die darauf gezeichneten schwarzen Striche als Schatten betrachtet. — Horizontalebenen werden dann nach dem vorstehenden § ganz weiß; senkrechte Bergwände ganz schwarz, und die verschiedenen Abstufungen in den Neigungswinkeln der Berglehnen zwischen diesen beiden Endpunkten durch eine Mischung von Schwarz und Weiß darzustellen sein. — Wollte man nun aber jeden Grad der Neigung von 1 bis 90° durch ein anderes Mischungsverhältniß von Schwarz und Weiß ausdrücken, so würde dies nicht nur eine nimmer zu erreichende Geschicklichkeit in der Darstellung erfordern, sondern die Mischungsverhältnisse würden auch so wenig verschieden sein, daß das schärfste Auge sie nicht von einander zu unterscheiden vermöchte und unausgesetzt Verwechselungen begehen würde. Nun lehrt aber die Erfahrung, daß Bergabhänge, die einen größeren Neigungs-

winkel, als den von 45° haben, für Menschen unersteiglich, mithin für Truppen unzugänglich sind. Sie können also in militairischer Beziehung den senkrechten Felswänden ganz gleich geachtet, und daher auch mit dem vollen Schatten oder ganz schwarz bezeichnet werden. Hierdurch erlangt man den Vortheil, nur das Mischungsverhältniß von Schwarz zu Weiß für die Neigungswinkel von 0 bis 45° bestimmen zu dürfen, wodurch die Bezeichnung der schiefen Flächen dem Auge um Vieles lesbarer wird. — Allein soll das Auge das Verhältniß, in dem Schwarz und Weiß mit einander gemischt sind, überhaupt schätzen können, so müssen beide nicht wirklich gemischt, oder der Bergabfall, dessen Neigungswinkel ausgedrückt werden soll, nicht mit Tusch in der verlangten Mischung angelegt werden, weil dann das Maß zur Schätzung fehlt, sondern Schwarz und Weiß müssen in abgesonderten Theilen neben einander liegen oder gemengt werden, und diese Gemengtheile eine solche Gestalt haben, daß die Schätzung des Verhältnisses, in dem sie zu einander stehen, erleichtert und mit möglichster Genauigkeit ausführbar wird. Die letztere Bedingung erfüllt das Rechteck oder gleichmäßig breite Striche, denn Rechtecke von gleicher Höhe verhalten sich wie ihre Grundlinien. Solche Striche (Rechtecke) sind ohne große Schwierigkeit zu zeichnen, und zur Darstellung der verschiedenartigsten Bergformen nach gewissen Regeln an einander zu reihen. — Werden diese rechteckigen Federstriche gleich lang gemacht, so verhält sich auf der gleichförmig damit belegten Papierfläche die Menge des Schwarzen zur Menge des Weißen, wie die Breite des schwarzen Striches zur Breite des daneben liegenden weißen Zwischenraums. Dabei müssen aber — wie wir gleich näher sehen werden — die schwarzen Striche und die weißen Zwischenräume zusammengenommen, stets der Summe der Lichtstrahlen gleich sein, welche die geneigte Fläche bei einer horizontalen Lage erleuchten würden.

Lehmanns Skala.

§. 61. Das sicherste Maß zur Bestimmung der Mengung von Schwarz und Weiß giebt — nach Lehmann a. a. O. p. 25 — das Verhältniß der verschiedenen Böschungswinkel zu ihrer Ergänzung zum Winkel von 45°. In der Mengung muß sich daher der schwarze Strich zum weißen Zwischenraum oder die Menge des Schwarzen zur Menge des Weißen verhalten, wie der gegebene Böschungswinkel zu seiner Erfüllung von 45°. — Berechnen wir hiernach für die Neigungswinkel von 5 zu 5° das Mengungsverhältniß, so bekommen wir für den

| | | |

Denken wir uns jene 45 Theile als eben so viel Lichtstrahlen, so ergiebt sich, daß nach der Forderung des vorigen §. stets die schwarzen Striche mit den weißen Zwischenräumen zusammengenommen der Summe der Lichtstrahlen gleich sind, welche die geneigte Fläche, wenn sie eine horizontale Lage annähme, erleuchten würden.

Folgerung aus dieser Skala.

§. 62. Werfen wir einen Blick auf diese Skala oder auf die im kleineren Maßstabe Fig. 27 gezeichnete, und beachten wir namentlich die Stärke der Bergstriche für die geringen Neigungswinkel von 5°, so ergiebt sich sehr leicht, daß, wenn das angegebene Verhältniß bei allen Böschungswinkeln genau beobachtet werden soll, die Striche für die Winkel unter 5° entweder eine größere Feinheit erreichen müssen, als die Feder darzustellen vermag, oder daß sie bei den bedeutenderen Böschungswinkeln, wenn die Ausführbarkeit der feineren Striche die Norm angeben soll, außerordentlich stark werden. — Will man beide Extreme vermeiden, so wird der Zeichner sich schon erlauben müssen, entweder das gegebene Verhältniß bei den geringeren Gradationen zu überschreiten, oder die letzteren in der Zeichnung gar nicht auszudrücken. Durch Beides leidet indessen die Genauigkeit der Terraindarstellung sehr geringen oder gar keinen Abbruch, denn es ist für den militairischen Gebrauch einer Charte oder eines Planes ganz gleichgültig, ob ein Neigungswinkel von 1 oder 2° wie einer von 3°, einer von 3° wie der von 4 oder 5° bezeichnet, oder ob ein Neigungswinkel von 1 oder 2° als gar nicht vorhanden betrachtet und daher nicht angegeben wird. — Soll indessen jene Skala in ihren Hauptzügen oder in den oben angegebenen 8 Hauptmengungsverhältnissen bei der Darstellung irgend eines Bergterrains festgehalten werden, so ist durchaus nothwendig, daß alle Striche in der Zeichnung gleich weit von Mitte zu Mitte von einander entfernt sind. Uebrigens ist es ganz gleichgültig, ob die Striche kurz oder lang, grob oder fein gemacht werden, wenn sie nur das richtige Mengungsverhältniß von Schwarz und Weiß ausdrücken. Das letztere wird nicht verändert, wenn beide Glieder desselben durch ein und dieselbe Zahl dividirt oder multiplicirt werden, und ist eben so gut, ja vielleicht noch besser, durch einen stark gezeichneten Plan zu erkennen, als auf einem fein gezeichneten. Die Natur der Sache schreibt uns aber selbst das Gesetz über die Dicke der Bergstriche vor. Soll nämlich die Terraindarstellung gleichsam plastisch aus der Zeichnung hervortreten und die letztere ein gefälliges Ansehen erhalten, so müssen die Gradationsstriche so

fein

fein sein, daß das Auge sie aus einiger Entfernung von dem Plane oder der Charte nicht mehr unterscheiden kann, daß sie dann gleichsam in einander verschwimmen, der Darstellung ein getuschtes Ansehen geben und die ebene Fläche des Papiers scheinbar in eine unebene verwandeln. Dabei müssen sie aber noch immer so stark sein, daß ein gesundes Auge bei einer Gesichtsweite von 6 bis 8 Zoll ihr Breitenverhältniß zum weißen Zwischenraum abschätzen kann.

§. 63. Wenn man das Zusammenlaufen der Bergstriche beim Zeichnen der steileren Abhänge, und dadurch nicht allein Unrichtigkeiten, sondern auch einen üblen Eindruck der Terrainzeichnung vermeiden und dem Ganzen ein mehr getuschtes Ansehen geben will, kann man die Bergstriche entfernter von einander, als es die Lehmannsche Skala vorschreibt, und ein wenig schwächer zeichnen, und sie sodann mit einer zweiten Strichlage, welche die erstere kreuzt, überlegen.*) Hierdurch nähert man sich wieder der altsächsischen Manier, welche die Gegner Lehmanns weiter fortzubilden, für die allein praktisch anwendbare auszugeben, und neben jener in Ansehen und Gebrauch zu behalten sich bestrebten. Die Richtung der Neigungslinie der darzustellenden Bergfläche kann dann aber weder mit der einen, noch mit der andern Strichlage, sondern nur durch die mittlere Richtung beider, also durch die Diagonale der weißen Rhomboiden angedeutet werden. Die Größe des Winkels, unter dem sich die Strichlagen kreuzen, ist willkürlich, allein sie kann, damit die Neigungslinie genugsam in die Augen fällt, so klein angenommen werden, als es ohne Zusammenlaufen der Tusche und Schleifen der Striche angeht. — Zur Bestimmung der Stärke der einzelnen Gradationsstriche denke man sich eine Fläche **ABCD**, **Fig. 28**, in eine Anzahl gleicher, aber senkrechter Streifen, und eine andere Fläche **EFGH**, **Fig. 29**, in eine Anzahl gleicher Streifen irgend einer beliebigen schrägen Richtung, **Ee**, getheilt, und auf jeder Fläche z. B. immer den dritten Streifen schwarz angelegt, so bleibt für die weißen Zwischenräume $\frac{2}{3}$ der Flächen übrig. Das Mengungsverhältniß ist also wie $1 : 2 = 3 : 6$, also das einer unter 15° geneigten Fläche. — Legen wir nun über die Streifen der zweiten Fläche, **EFGH**, eine zweite Lage gleicher Streifen von eben jener Breite, jedoch so, daß die mittlere Richtung beider Strichlagen oder die Dia-

Die doppelte Bergzeichnung durch Kreuzstriche.

*) Backenberg, Anleitung zum militairischen Aufnehmen, Recognoseiren und Zeichnen. Dresden 1802, p. 77—83.

gonale der weißen Rhomboiden, welche die Neigungslinie der Bergfläche andeutet, senkrecht gegen die Linie GH steht, so wird der weiße Zwischenraum abermals nach dem Verhältniß von 1 : 2, und mithin die ganze weiße Fläche um $\frac{1}{3}$ + ($\frac{1}{3}$ von $\frac{2}{3}$) = $\frac{1}{3}$ + $\frac{2}{9}$ = $\frac{3}{9}$ + $\frac{2}{9}$ = $\frac{5}{9}$ vermindert. Da nun aber, wenn wir nach §. 61 für die ganze weiße Fläche 45 setzen, die Verminderung $\frac{5}{9}$ von 45, oder 25 beträgt, und 25 Theile von 45 abgezogen nur 20 Theile für den weißen Zwischenraum übrig lassen, so verhalten sich die schwarzen Striche zum weißen Zwischenraum, wie 25 : 20 = 5 : 4, und das Mengungsverhältniß ist jetzt das für eine unter 25° geneigte Fläche geworden. — Es ergiebt sich hieraus: die bei der ersteren Strichlage übrig gebliebenen weißen Zwischenräume werden durch die zweite Strichlage in eben dem Verhältnisse vermindert, indem die erste Strichlage den ganzen weißen Raum verminderte. Halten wir diese Regel fest, so läßt sich die Breite der Striche der doppelten Bergzeichnung für einen jeden Böschungswinkel durch Rechnung finden. Gesetzt wir suchten die Stärke (Breite) der Striche für die Böschungswinkel von 10 und 25° Neigung, so ist:

I. $45 : x = x : (45-10)$
$x^2 = 45 \cdot (45-10)$
$x^2 = 45 \cdot 35 = 1575$
$x = \sqrt{1575}$
$x = 39.$

II. $45 : x = x : (45-25)$
$x^2 = 45 \cdot (45-25)$
$x^2 = 45 \cdot 20 = 900$
$x = \sqrt{900}$
$x = 30.$

Zieht man nun den zuletzt übrig bleibenden weißen Raum x — im ersten Falle 39, im letzten Falle 30 — von dem ganzen weißen Raum 45 ab, so bleiben 6 und 15 Theile für den schwarzen Strich, und es verhält sich mithin der schwarze Strich zum weißen Zwischenraum beim

I. Neigungsw. v. 10° wie 6:39 = 1:6,5 pd. wie b. Böschungsw. v. 6°
II. — — — 25° „ 15:30 = 3:6 — — — — — 15°

der einfachen Lehmannschen Bergzeichnung.

Da es beim Zeichnen aber sehr weitläufig sein würde, diese Rechnung für jeden darzustellenden Böschungswinkel anzulegen, so wird vorher für alle Winkel von 0 bis 45° in Abtheilungen von 5 zu 5° das Mengungsverhältniß ermittelt, danach eine Skala, wie in Fig. 30, gezeichnet und diese letztere, wo es nöthig ist, zu Rathe gezogen. — Es ergiebt sich indessen aus dem Vorstehenden augenscheinlich, daß die doppelte Bergzeichnung mit Kreuzstrichen viel verwickelter und schwieriger ist, als die einfache Lehmannsche, und daher eben so wenig anwendbar zur

Zeichnung von Aufnahmen, die schnell vollendet werden sollen, als zu Croquis. Man kann sich ihrer daher nur dort bedienen, wo man eine Zeichnung liefern will, die ein gefälliges Aeußere hat und wo es an Zeit nicht fehlt. Ihre Ausführung erfordert sehr gewandte Zeichner, viel Ebenmaß und Geduld. Auch lassen sich durch sie flache Terrainwölbungen noch viel schwieriger darstellen, als nach der einfachen Lehmannschen Zeichnungsart, weil die Striche für die Neigungswinkel unter 5°, ihrer Feinheit wegen, durch die gewöhnliche Zeichnenfeder kaum herzustellen sind, wenn sie nicht sehr fern von einander liegen.

Beurtheilung der Lehmannschen Terrainzeichnung.

§. 64. Aber auch der einfachen Lehmannschen Bergzeichnung fehlt, bei aller theoretischen Richtigkeit, noch viel, um praktisch vollkommen brauchbar zu sein. Dies wird besonders klar werden, wenn wir sie nach §. 54 prüfend ins Auge fassen. Zwar können wir nicht leugnen, daß sie, wenn sie richtig ausgeführt ist, ein vollkommen naturgetreues Bild des Terrains giebt, und daß sich nach diesem die Höhen der dargestellten Berge, deren Formen und Profile, auf das Bestimmteste ermitteln lassen würden, wenn man stets das Mengungsverhältniß von Schwarz und Weiß richtig treffen könnte. Allein es ist nicht zu verkennen:

1) daß ein ungemein scharfes Auge dazu gehört, das Verhältniß, in dem der schwarze Strich zum weißen Zwischenraum steht, richtig zu beurtheilen. In den meisten Fällen wird man sich irren; im Allgemeinen nur sanftes von mittlerem und steilem Terrain unterscheiden, mit Bestimmtheit aber nur erkennen können, ob der schwarze Strich schmäler oder breiter als der weiße Zwischenraum, mithin der Böschungswinkel über oder unter 20° ist;

2) daß sie nur von sehr geübten Zeichnern einigermaßen, aber nie in allen ihren Theilen vollkommen richtig ausgeführt werden kann, weil es ungemein schwierig ist, allen Gradationsstrichen eine nur annähernd gleiche Entfernung von Mitte zu Mitte und genau die, für die verschiedenen Böschungswinkel verlangte, Stärke zu geben. Die unbedeutendste Veränderung in der Entfernung der Striche von einander, oder im Drucke der Hand auf die Zeichnenfeder, oder ein zufälliges Stumpfwerden der letzteren, verändert sofort das Mengungsverhältniß, und giebt mithin, statt der verlangten, eine andere Gradation. Daher wird kaum ein sehr geübter, viel weniger ein mittelmäßiger Zeichner ein nur

einigermaßen, geschweige denn ein vollkommen richtiges Bild von der darzustellenden Gegend liefern;

3) daß beim Copiren der Lehmannschen Terraindarstellungen, auch von den geübtesten Zeichnern, doppelte Fehler begangen werden, nämlich einmal beim Schätzen der Böschungswinkel und dann beim Zeichnen selbst. Ein wenig geübter Zeichner wird in den meisten Fällen ein Zerrbild wiedergeben, und es kann vorkommen, daß, wenn von einer Copie wieder eine Copie genommen, und dies mehrere Mal wiederholt wird, die Fehler sich dermaßen häufen, daß endlich in der letzten Copie aus einer ebenen Gegend ein Vorgebirge, oder aus einer gebirgigen eine flachhügelige Landschaft geworden ist. Endlich

4) daß man bei flüchtigen Croquis, welche gleich auf dem Felde mit Bleistift ausgeführt werden, auf noch größere Schwierigkeiten in der Darstellung stößt, als bei Ausführungen mit der Feder. Um das Croquis lesbar zu machen, wird man in den meisten Fällen gezwungen werden, die Neigungswinkel mit Zahlen einzuschreiben.

Die unbedingten Verehrer der Lehmannschen Terrainzeichnungsmethode behaupten dagegen: nur böser Wille könne dieselbe so scharf angreifen. Denn wer verlange, daß ein militairischer Zeichner seine Feder so in der Gewalt habe, daß zwischen zwei schwarzen Strichen genau der verlangte weiße Zwischenraum bleibe, und daß alle Striche auf dem Plane gleiche Entfernung von Mitte zu Mitte hätten, der betrachte seine Theorie aus einem falschen Gesichtspunkte. Es könne weder von einer genauen Abmessung der Stärke der Striche, noch von der pünktlichen Entfernung derselben von einander, sondern nur allein von der Beleuchtung, die dadurch entstehe, von dem Verhältniß der Tinten zu einander die Rede sein. Selbst ein gewöhnliches Auge vermöge in der Lehmannschen Abdachungs-Skala die Nüancen der Tinten von 5 zu 5° deutlich von einander zu unterscheiden. — Allein ihre Vertheidigung hat den Keim der Unhaltbarkeit in sich; denn geben sie zu, daß kein Zeichner im Stande ist, jene Mengungsverhältnisse und die gleiche Entfernung der Striche von Mitte zu Mitte genau zu beobachten, so räumen sie ja unsere Behauptung ein. Wodurch werden anders die verschiedenen Tinten erzeugt, als eben durch die dem Böschungswinkel angemessene Breite der Striche bei gleichmäßiger Entfernung dieser von Mitte zu Mitte? — Allerdings wird man, wenn eine vollständige Lehmannsche

Abdachungs-Skala vorliegt, die Nüancen der Tinten von 5 zu 5° deutlich unterscheiden können, weil dann das Auge eine Basis hat, von der es bei Beurtheilung der Mengungsverhältnisse ausgehen kann. Aber decke man nur versuchsweise eine solche Skala zum Theil zu, frage man dann einen der geübtesten Zeichner, welche Gradationen sichtbar seien, und höre, ob er nun im Stande sein werde, genau anzugeben, welchen Grad der Neigung sie ausdrücken? — Zehn gegen Eins! Er wird Fehler über Fehler begehen. Oder lege man verschiedenen geübten Zeichnern verschiedene Abdrücke ein und desselben Planes aus dem Lehmannschen Werke vor, und lasse jeden derselben, unabhängig von dem andern, den Grad der Neigung mit Bleistift darauf schreiben, und wir wollen sehen, welche Meinungsverschiedenheiten vorkommen, und ob sie zu unserm Vortheil oder Nachtheil sprechen? Hält man nun gar die gleichmäßigen Entfernungen der Gradationsstriche von Mitte zu Mitte, das genau angegebene Verhältniß der Breite der Striche zum weißen Zwischenraum derselben für gleichgültig, wo bleibt dann der Grund und Boden, auf dem man bei Beurtheilung der Tinten fußen soll? Er verschwindet unter uns, und Alles fällt in der Schätzung und Darstellung der Böschungswinkel dem weiten Reiche der Phantasie oder dem Zufalle anheim. — Andere Verehrer der Lehmannschen Bergzeichnung gestehen ganz offen, daß es unerreichbar sein werde, die einzelnen Grade der Böschungswinkel auszudrücken, daß Abstufungen von 3 zu 3° mehr als hinlänglich genügten, daß aber dieser Ausdruck der Situationszeichnung nicht allein einen geübten und nach diesen Grundsätzen gebildeten Zeichner, sondern auch bei der Person, die diese Zeichnung benutzen wolle, eine vollkommene Kenntniß der Theorie und ein geübtes Auge voraussetze, allein sie glauben, daß, jemehr in dieser Zeichnenmanier fortgearbeitet werde, sich auch desto mehr Licht über diese Darstellung verbreiten und der Zeichner an einen richtigen Ausdruck sich eben so gewöhnen werde, wie der Beurtheiler an eine richtige Auffassung. Geben wir auch zu, daß bei einer größeren Uebung die Zeichner und Beurtheiler sich zu mehr Sicherheit in Darstellung und Auffassung ausbilden dürften, so können wir doch, aus den angeführten Gründen, nicht von unserer Behauptung zurückkommen, daß die Lehmannsche Terrainzeichnung niemals eine vollkommen praktische Brauchbarkeit erlangen werde.

§. 65. Die Mängel der Lehmannschen Bergzeichnung entwickelte zuerst am vollständigsten der Königl. Preuß. Artillerie- Lehmanns Verbesserer.

Lieutenant Schienert, in einem von ihm im Jahre 1805 herausgegebenen Schriftchen,*) und schlug zugleich Mittel vor, durch welche dieselben beseitigt werden könnten. Gleichzeitig mit ihm machte ein Preuß. Artillerie-Lieutenant Schneider, und ein wenig später ein Ingenieur-Lieutenant v. Humbert Vorschläge zur Verbesserung der Situationszeichnung, durch eine verständlichere Skala, in öffentlichen Blättern bekannt. — Noch später erfolgten mehrere andere Vorschläge, z. B. in der Oestrr. Militair-Zeitschrift, nach welcher in der Darstellung unterschieden werden soll, ob das Terrain dem Gebrauche der Artillerie, Kavallerie oder Infanterie Schwierigkeiten entgegensetzt.

1. Schienert.

§. 66. Der Lieutenant Schienert ging besonders von der Ansicht aus, daß ein für militairische Zwecke bestimmter Plan auf den ersten Blick, ohne alle sorgfältige Ueberlegung, erkennen lassen müsse, ob das auf ihm dargestellte Bergterrain der Manövrirfähigkeit der Truppen Schwierigkeiten in den Weg lege oder nicht. Es handle sich also nicht darum, sagt er, alle Gradationen von 0 bis 45° auf das Bestimmteste durch die Zeichnung auszudrücken, sondern nur darum, die Gradationsabschnitte genau zu bezeichnen, welche einen verschiedenen Einfluß auf die Manövrirfähigkeit der Truppen ausüben. Nach den von Lehmann mit großer Sorgfalt angestellten Versuchen ergebe sich, daß man das Bergterrain in dieser Beziehung in drei Hauptklassen zerlegen könne, deren jede wieder in drei Unterabtheilungen zerfalle, und mithin im Ganzen nur neun verschiedene Gradationsverhältnisse werde ausdrücken, und die dazwischen liegenden Gradationen durch Uebergänge von einem Verhältniß in das andere andeuten dürfen. Nach Lehmann's Versuchen zerfalle das Höhenterrain in:

I. Manöver gestattendes Terrain, mit Böschungswinkeln von

| | 5° | 10° | 15° |
|---|---|---|---|
| Infanterie | bewegt sich mit Ordnung in Linie u. Colonne, u. hat bergab den wirksamsten Schuß u. Stoß. | die Bewegungen in geschlossener Linie und Colonne werden schwieriger. | die Bewegungen sind mit Ordn. nur noch auf kurzen Strecken möglich. Das Infanteriefeuer ist bergan wirkungslos. |

*) Die Situationszeichnung für Soldaten. Berlin 1805. Auf Kosten des Verfassers, und in Commission bei Simon Schropp u. Comp.

| | 5° | 10° | 15° |
|---|---|---|---|
| Kavallerie | kann sich ebenfalls mit Ordnung in Linie und Colonne bewegen, und hat bergaufwärts den wirksamsten Choc. | kann bergab nur Galopp reiten; der Choc en carrière ist nur bergaufwärts möglich. | kann bergauf wohl noch im Trabe, bergab aber nur im Schritt reiten. |
| Artillerie | hat bergabwärts ein wirksameres Feuer, als bergaufwärts. | kann sich nur mit Schwierigkeit bewegen; ihr Feuer ist nicht mehr so anhaltend wirksam. | bewegt sich nur noch mit großen Schwierigkeiten, abwärts mit gehemmten Rädern; ihr Feuer hört ganz auf. |

II. Terrain, welches nur das Auf- und Absteigen kleiner Abtheilungen und einzelner Fechter gestattet, mit Böschungswinkeln von

| | 20° | 25° | 30° |
|---|---|---|---|
| Infanterie | kann sich nur ohne Ordnung beweg., u. nur einzeln mit Wirkung feuern. | nur von leichter Infanterie, wie vorher, betretbar. | Jäger und Schützen, wie vorhin die leichte Infanterie. |
| Kavallerie | kan noch bergauf im Schritt, bergabwärts ohne Ordnung im Schritt, und zwar nur seitwärts oder schräg, hinabreiten. | nur leichte Kavallerie kann einzeln, auf weichem Boden, schräg bergan, u. unter den näml. Umständen, aber nur unter großer Schwierigk., bergab steigen. | Husaren (u. Dragoner) können nur den Abhang, wie vorhin, mit großer Schwierigkeit ersteigen, wen der Boden aus weichem Sande besteht; aber nicht mehr bergab. |
| Fuhrwerke | leichte Wagen können noch, aber mit großer Schwierigkeit, bergan gezogen werden. | leichte Wagen lassen sich nur noch auf abgegrabenen Wegen in schräger Richtng. fortschaff. | die Bewegung jedes Fuhrwerks hört auf. |

III. Terrain, welches nur noch zu erklettern ist, mit Böschungswinkeln von

| | 35° | 40° | 45° |
|---|---|---|---|
| Jäger und Schützen | können einzeln u. m. großer Schwierigkeit den Abhang ersteigen. | können den Abhang nur ganz unbepackt, und wenn der Boden weich ist, mit Hülfe der Hände ersteigen. | können nur, wenn sie im Klettern sehr geübt sind, unter den vorigen Umständen, jedoch m. Gefahr des Herabstürzens, den Abhang erklettern. |

Nach Anleitung dieser Tabelle entwarf Schienert die Gradationsskala, welche wir in Fig. 31 dargestellt haben, und

in der er für die verschiedenen Neigungswinkel von 5 zu 5° besondere Charaktere oder konventionelle Zeichen vorschlug. — Ueberhängende und senkrechte Felswände will er mit Carminroth angedeutet, und die Höhen derselben auf dem Plane mit Zahlen vermerkt wissen. In allem Uebrigen schließt er sich genau der Lehmannschen Bergzeichnung an, da er nur den Zweck hatte, diese praktischer zu machen. Durch Profilzeichnungen weis't er nach, daß bei Gradationszeichen von 5 zu 5° keine größeren Fehler im Profil begangen werden können, als bei der Lehmannschen Terrainzeichnung, wenn nur die zwischen die in der Skala angegebenen Gradationen fallenden Böschungen so gezeichnet werden, daß die zunächst niederen und höheren Grade bis auf 2½° Abweichung mit gleicher Bezeichnung, also z. B. die Böschungswinkel von 7½ bis 12½°, mit den Gradationsstrichen für 10° ausgedrückt werden. — Gegen Schienert's Skala läßt sich nur einwenden, daß kein Uebergang von den Gradationsstrichen eines Böschungswinkels von 35° zu dem von 40° möglich ist, und daß die horizontalen Querstriche bei einem Neigungswinkel von 35° zu sehr an terrassirte Abhänge erinnern. Im Uebrigen sind seine Vorschläge vollkommen praktisch.

§. 67. Der Lieutenant Schneider machte, wahrscheinlich durch Schienert angeregt, während dieser noch mit der Herausgabe seines Werkchens beschäftigt war, mit großer Zuversicht die, in Fig. 32 dargestellte, Böschungsskala durch die Berliner Zeitungen bekannt, und erregte dadurch, vorzüglich außerhalb Berlin, großes Aufsehen, weil man sie beim ersten Anblicke als völlig anwendbar erachtete. Er glaubte das Problem einer richtigen und leicht lesbaren Darstellung der Böschungswinkel dadurch gelöst und alle Zweideutigkeit im Ausdrucke weggeschafft zu haben, wenn er jene Winkel in der Zeichnung so angäbe, daß bei 5° Neigung ein gerader Strich von 2 geschlängelten, bei 10° zwei, bei 15° drei, u. s. f. bis bei 35° sieben gerade Striche von 2 geschlängelten eingefaßt, und 40° Neigung durch Kreuzstriche, wie in der sächsischen Manier, dargestellt würden. — „Um die Böschungen in der Zeichnung — bemerkte er ferner — für das Auge anschaulicher zu machen, kann die Stärke der Striche so angenommen werden, daß der Strich für 10° Neigung 2 Mal, für 15° drei Mal, für 20° vier Mal, und für 25, 30, 35 und 40° Neigung 5 Mal so stark ist, als der für 5°. Alles richtet sich nach dem Striche für 5°; ist derselbe eine Linie stark, so werden die für 10° 2, für 15° 3 u. s. w. Linien stark gemacht. — In einer schönen

2. Schneider.

Zeichnung müssen die Striche gleich weit von einander entfernt bleiben, und die geschlängelten gleiche Breite mit den geraden haben. Beim Croquiren der Berge dividirt man mit 5 in die gefundenen Böschungsgrade, und erhält sodann im Quotienten die Zahl der geraden Striche, so zwischen zwei geschlängelten zu zeichnen sind. — Es kann nach dieser Zeichnungsmethode weder ein Situationsplan unrichtig gezeichnet, verstanden, noch unrichtig croquirt werden. Wenn auch alle Striche gleich stark gemacht werden, so kann man den Plan doch lesen, und selbst der Nichtzeichner. — Die Lage der Striche kann so wie es Jedem beliebt gezeichnet werden, denn zwischen alle gerade und gebogene Striche kann man geschlängelte, nach dem zu bestimmenden Grad, hineinfügen.“ — So sehr Schneider seine Skala auch anpreisen mag, so steht sie doch der Schienertschen bei weitem nach, denn

1) nimmt die Terraindarstellung nur bis zum Neigungswinkel von 25°, und dann wieder vom 40sten bis zum 45sten an Schwärze zu. Die Böschungen von 30 und 35° treten daher beim Anblicke das Planes nicht sogleich durch eine größere Dunkelheit hervor, und können daher erst nach genauer Ermittelung gefunden werden. Der Einfluß aber, den diese mit gleicher Tinte gezeichneten Böschungen von 25 bis 35° auf militairische Unternehmungen ausüben, ist nach der Tabelle §. 66 wesentlich verschieden.
2) Ist es viel schwieriger, einen Strich 2 bis 5 Mal so breit zu machen wie einen gegebenen, als ihn in ein bestimmtes Verhältniß mit einem daneben liegenden weißen Zwischenraum zu bringen, den man stets links neben der Feder hat, während der fünfgradige Strich oft sehr entfernt liegt. Verstöße gegen die Tinten müssen also in dieser Manier häufiger vorkommen, als in der Lehmannschen.
3) Abgesehen hiervon, und daß kein allmähliger Uebergang von 35 zu 40° in der Zeichnung möglich ist, wird oft, namentlich bei Arbeiten im kleinen Maßstabe, an den schmalen Seiten steil abfallender Berge, bei Abhängen, die auf kurzer Strecke vielfach ihren Böschungswinkel ändern, in von Schluchten zerrissenem oder kleinhügligem Terrain ꝛc., der gehörige Raum nicht vorhanden sein, um die erforderliche Anzahl gerader Striche zwischen 2 geschlängelten anzubringen. Wie soll in solchen Fällen verfahren werden, da man nicht einmal überall sich durch dunklere Tinten helfen kann?

4) Erschwert das Zählen der geraden Striche in dem Fachwerke zweier geschlängelten, eben so den Gebrauch als das Copiren der Pläne, und besonders dann, wenn mit größeren Neigungswinkeln nicht die Schwärze der Zeichnung zunimmt, was Schneider bei flüchtigen Zeichnungen für ganz unnöthig erachtet. Man ist gezwungen, von 5 bis inclusive 35°, alle Fachwerke auszuzählen.

§. 68. Der ehemalige Preußische Ingenieur-Lieutenant v. Humbert hielt „Schlangen- und punktirte Linien, Kreuzer, wie auch in die Quere gestrichelte“ für zu schwierig, und die letzteren, wegen der Irrungen mit Absätzen und Terrassen, für unanwendbar, und schlug daher die Gradationsskala, Fig. 33, vor, welche aus vier Strichen von verschiedener Breite zusammengesetzt ist und die Böschungswinkel bis zu 45° angiebt, „weil diese Neigung das gewöhnliche Talus des Erdreichs sei.“ Der zweite Strich sollte doppelt so stark als der erste, der dritte doppelt so stark als der zweite, und der vierte doppelt so stark als der dritte sein. Mit diesen Strichen wollte er die Neigungswinkel wie folgt bezeichnen:

v. Humbert.

den von 5° mit dem weitläufig gelegten ersten Strich.
— 10° — — zur Hälfte enger gelegt. 1sten Strich.
— 15° — — ebenso — — — 1st. u. 2ten St. abwechselnd.
— 20° — — — — — — 2ten St. allein.
— 25° — — — — — — 2ten u. 3ten St. abwechs.
— 30° — — — — — — 3ten St. allein.
— 35° — — — — — — 3ten u. 4ten St. abwechs.
— 40° — — — — — — 4ten St. allein.
— 45° — — ganz eng gelegten 4ten St. bis zum ganz Schwarzen übergehend.

Herr v. Humbert vermeidet in dieser Skala zwar fast alle Fehler des Lieutenant Schneider; seine Skala ist, theoretisch betrachtet, ganz richtig, indem sie bei stärkerer Neigung auch dunklere Tinten giebt, man braucht die Gradationsstriche nicht erst mühsam zu zählen, um die Böschungswinkel zu erkennen, und es können durch sie alle nur mögliche Bergformen ausgedrückt werden; allein es fehlt ihr eben so sehr die praktische Brauchbarkeit, wie der Lehmannschen, denn der ganze Unterschied im Ausdruck der Gradation beruht auf der Dicke der Striche. Der Zeichner muß stets die vier Musterstriche zur Seite haben, um einen jeden der seinigen damit vergleichen zu können; aber auch der geübteste ist nicht im Stande, einen Strich stets, und unter allen Verhältnissen, genau so breit zu

machen, als einen gegebenen, und es wird nicht selten geschehen, wenn sein Auge ermüdet, die Feder stumpf wird ꝛc., daß er, statt des dritten Strichs, den zweiten oder vierten macht, wodurch Fehler bis zu 10° entstehen. Gesetzt auch, es sei gelungen, ein Original vollkommen richtig zu zeichnen, so wird selbst ein geübter Copist, noch mehr ein ungeübter, in Versuchung kommen, doppelte Fehler in der Schätzung und Zeichnung zu begehen. — Herr v. Humbert erkannte später, von Schienert darauf aufmerksam gemacht, die Mängel seiner Gradationsskala, und publicirte eine neue oder verbesserte, Fig. 34, der die Schienertsche zum Grunde gelegt ist. Von der letzteren unterscheidet sie sich nur dadurch, daß die Böschungen von 30, 35 und 40° durch starke und feine Striche, welche sich unter einem Winkel von 25° durchkreuzen, ausgedrückt werden sollen. Hierdurch ist in der Zeichnung bequemer ein Uebergang von der einen Gradation zur andern herzustellen, und die Skala praktisch brauchbarer, als die ursprünglich Schienertsche.

§. 69. Wie sehr auch das Bedürfniß, die Lehmannsche Bergzeichnung für den praktischen Gebrauch anwendbarer zu machen, fast allgemein gefühlt werden mochte, so geriethen doch die erwähnten Vorschläge dazu, über das Unglück, welches von Frankreich aus über Teutschland, vornehmlich über Preußen, hereinbrach, in Vergessenheit, bis endlich, nach den Befreiungskriegen, der jetzige Königl. Preuß. General der Infanterie und commandirende General des 7ten Armee-Corps, Freiherr von Müffling, die Sache wieder aufnahm, auf jene Vorschläge, mit strenger Berücksichtigung der Lehmannschen Beleuchtungstheorie, eine neue Gradationsskala, Fig. 35, gründete, und diese sofort, als damaliger Chef des Generalstabes, bei den topographischen Arbeiten des Letzteren einführte. — Um noch den Böschungswinkel von 45° ausdrücken zu können, modificirte der Freih. v. Müffling die Lehmannschen Mengungsverhältnisse von Schwarz und Weiß dahin, daß sich der schwarze Strich zum weißen Zwischenraum verhalten sollte: 4. von Müffling.

| | | | |
|---|---|---|---|
| bei 5° Neigung | wie 1 : 9. | bei 30° Neigung | wie 6 : 4. |
| — 10° — — — | 2 : 8. | — 35° — — — | 7 : 3. |
| — 15° — — — | 3 : 7. | — 40° — — — | 8 : 2. |
| — 20° — — — | 4 : 6. | — 45° — — — | 9 : 1. |
| — 25° — — — | 5 : 5. | | |

und wählte:

1) für die Bezeichnung von 0 bis 15°, die vom Lieutenant

Schienert vorgeschlagenen Charaktere, nämlich für 0 bis 5° fein gerissene; für 6 bis 10° fein gerissene und feine zusammenhängende Striche regelmäßig wechselnd, und für 11 bis 15° etwas stärkere zusammenhängende Striche;

2) zur Bezeichnung von 16 bis 25° bediente er sich der, vom Lieutenant Schneider vorgeschlagenen, geschlängelten und geraden Striche, und zwar von 16 bis 20° eines geschlängelten und eines geraden regelmäßig wechselnd; von 21 bis 25° zweier geraden mit einem geschlängelten wechselnd;

3) zur Bezeichnung der Böschungen von 26 bis 35° der, vom Herrn v. Humbert vorgeschlagenen, stärkeren und schwächeren geraden Striche, und zwar so, daß von 26 bis 30° zwei feine mit einem stärkeren, von 31 bis 35° aber ein feiner mit einem dicken regelmäßig wechseln. Endlich

4) zur Bezeichnung der Neigung von 36 bis 45°, der gewöhnlichen starken Lehmannschen Bergstriche, jedoch so, daß sie von 41° an mit feinen, kurzen Querstrichen überlegt werden, und, allmählig an Breite wachsend, bei 45° zur vollkommenen Schwärze übergehen.

Um Uebereinstimmung in die Zeichnungen verschiedener Arbeiter zu bringen, setzte der Freiherr v. Müffling zugleich fest, daß

1) bei Maßstäben im Verhältniß von $\frac{1}{50000}$ der nat. Länge, hundert; im Verhältniß von $\frac{1}{25000}$ funfzig, und in noch größeren Maßstäben, weniger als 50 Striche, den Raum von einem Zoll Länge ausfüllen sollen;

2) bei Charten im Maßstabsverhältniß von $\frac{1}{100000}$ die Gradationen nur von 5 bis 10°, von 11 bis 15 und von 16 bis 20°, mit den üblichen Bergstrichen, die anderen steileren Abdachungen aber mit den Bergstrichen der Lehmannschen Manier gezeichnet, und endlich

3) Felsparthieen oder zu Tage liegende Steinmassen durch unregelmäßig quer über die Bergstriche gelegte und kraus durch einander ausgezogene Striche, bei illuminirten Plänen aber mit Carminroth, angedeutet werden sollen.

Felswände, die fast oder ganz senkrecht stehen, können ohnehin nur durch eine bloße, stärkere oder schwächere, Linie angedeutet werden, da sie fast oder gar keine Anlage haben. Die Höhe derselben kann indessen durch eine Zahl auf der Zeich-

nung vermerkt werden, um jede Irrung und Nichtachtung des einfachen aber bedeutungsvollen Striches zu vermeiden.

§. 70. Es ergiebt sich sehr leicht, daß bei Anwendung dieser Bezeichnungsmethode: Beurtheilung der v. Müffl. lingschen Skala.

1) ein ungeübter Zeichner die Neigungswinkel der schiefen Bergflächen eben so lesbar darstellen kann, wie ein geübter, und daß der Unterschied in der Zeichnung beider nur in einer mehr oder minderen Schärfe des Ausdrucks, in einer nicht überall richtigen verhältnißmäßigen Abstufung der Tinten, und in einem besseren oder minder guten Ansehen ihrer Arbeit beruhen könne;
2) die Copieen den Originalen weit ähnlicher anzufertigen sind, als es, bei gleicher Geschicklichkeit und Aufmerksamkeit, nach der Lehmannschen Manier möglich ist; und daß sie denselben selbst an Richtigkeit nichts nachgeben dürften, wenn sie Copieen von Copieen sind;
3) daß die Bergzeichnungen durch die, für jede dieser 9 Gradationsabtheilungen gewählten, Zeichen leicht verständlich sind, und keine Gradationsverwechselungen bei Beurtheilung von Plänen vorkommen können;
4) daß die, durch die Skala vorgeschriebenen, Gradationszeichen bei der Aufnahme und beim Croquiren von Bergterrain sogleich auf dem Felde eingezeichnet werden können;
5) endlich dadurch, daß der Freiherr v. Müffling festgesetzt hat, wie die von ihm gewählten Charaktere nur bis zu bestimmten Graden gebraucht, und bei den zwischen diesen Graden liegenden Böschungen, nach den Regeln der Beleuchtungstheorie, stärker oder schwächer gehalten werden sollen, hat er jede Willkürlichkeit aus der Bergzeichnung verbannt, und sie überall auf bestimmte Gesetze zurückgeführt.

Die Mängel, welche man der Müfflingschen Skala vorwirft, daß sie

1) sich nicht so schnell zeichnen lasse, wie die Lehmannsche,
2) nicht so schön wie jene aussehe,
3) bei sehr schmalen, nicht stetig geböschten, Bergabfällen sich nicht anwenden lasse,
4) kein so anschauliches Bild vom Relief des Terrains gebe, wie die Lehmannsche, weil ungeübte Zeichner oft die steileren Gradationen, deren conventionelle Zeichen aus verschiedenartigen Strichen bestehen, heller halten, wie die minder steilen, und dadurch das Auge täuschen, und

5) daß es sehr schwierig sei, einen richtigen Uebergang von einem Neigungswinkel zum andern in der Zeichnung darzustellen,

berühren sie fast gar nicht, denn ein geübter Zeichner zeichnet sie nicht minder rasch und ausdrucksvoll, wie die Lehmannsche, und ein ungeübter vielleicht noch rascher, weil er nicht mit so großer Sorgsamkeit auf die Gleichheit der Striche, deren Entfernung von Mitte zu Mitte und das Verhältniß von Schwarz zu Weiß wachen darf. Auch sieht ein gut gezeichneter Müfflingscher Plan nicht minder schön aus, wie ein eben so gut gezeichneter Lehmannscher. Die beiden Vorwürfe, welche diese Manier am meisten berühren, nämlich, daß sie bei schmalen Böschungen nicht anwendbar ist, und daß sich in der Zeichnung schwer Uebergänge von einer Gradation zur andern bilden lassen, sind nicht so erheblich, als es beim ersten Blick erscheinen dürfte. 25 und 30° Neigung sind die beiden Böschungen, zu deren Ausdruck 3 Gradationsstriche erforderlich sind, und die mithin am schwierigsten auf einem engen Raum darzustellen sind. Allein abgesehen davon, daß beide in der Natur verhältnißmäßig selten vorkommen, so ist doch noch seltener der Raum auf dem Plane so beschränkt, daß man nicht 3 Striche neben einander legen könnte, und sollte dieser Fall wirklich eintreten, so ist die Zeichnung dadurch noch nicht unbrauchbar, wenn man die eine Gradation mit stark 20°, die andere mit schwach 35° darstellt. Aus der Zeichnung der daneben stehenden Gradationen ergiebt sich im schlimmsten Fall schon von selbst die Neigung so kurzer Strecken, die überdieß niemals einen wesentlichen Einfluß auf die Manövrirfähigkeit von Truppen ausüben können. Ganz anders ist es aber, wenn, wie in der Schneiderschen Manier, 4, 5, ja 8 und 9 Striche erforderlich sind, um einen Böschungswinkel auszudrücken. — Was endlich die Darstellung des Ueberganges von einer Böschung in die andere betrifft, so dürfte der von 5 zu 10, von 10 zu 15, von 15 zu 20 und von 25 zu 30° schwierig scheinen. Bringt man aber die Strichtheilchen des 5gradigen Striches allmählig sich einander näher, so geht der getheilte Strich kaum merklich in den ganzen über, und macht man die ersten geschlängelten 20gradigen Striche, beim Uebergang von 15 zu 20°, und die letzten, beim Uebergang von 25 zu 30°, möglichst gerade, so verschwindet auch hier fast die Verschiedenheit, und man muß scharf auf den Plan sehen, wenn man den Uebergangspunkt genau erkennen will.

§. 71. Ein Vorwurf, den man früher der Lehmannschen, später der v. Müfflingschen Manier machte, ist der, daß sie zur Darstellung hoher Gebirgsgegenden nicht ausreiche, weil man dort häufig auf Abdachungen von mehr als 45° stoße, ohne daß die Vegetation und Bewohnbarkeit aufhöre. Allein dies ist ein Irrthum, der nur im Mangel an Terrainkenntniß seinen Grund haben konnte. Kein Abhang, der über 45° geböscht ist, trägt auf so schiefer Fläche Waldungen, Häuser, Gärten ꝛc., weil kein fruchtbarer Boden auf ihm haften kann. Er würde von den Regen- und Schneewassern von der Felsunterlage heruntergespült werden. Selbst Geschiebe nehmen in der Regel einen geringeren Böschungswinkel, ja selten einen größeren an, als den von 40°. An Abhängen von 45° und darüber, die übrigens höchst selten sind, tritt überall starre Felsbildung zu Tage. Die Felsmassen erheben sich in Absätzen über Absätze, und sind nur auf den oberen Flächen der letzteren von einer spärlichen Vegetation überzogen. Erblickt man also Baumwuchs oder die Wohnstätten der Menschen auf Abhängen, deren Totalsenkung einen Winkel über 45° mit dem Horizont bildet, so kann man mit Sicherheit darauf rechnen, daß dort, wo sie stehen, sich auch Terrassen oder Stufen befinden, oder der Abhang eine geringere Neigung angenommen habe. Ergiebt sich aber dies, so hat man auch die Mittel in Händen, diese Terrainstellen, oder überhaupt das Gebirge, so weit die Bewohnbarkeit und der Baumwuchs reicht, in der Zeichnung auszudrücken. Weiter hinaus lassen sich die Formen der Gebirgskämme im Allgemeinen, mit den für 45° bestimmten Bergstrichen und den über sie kraus durch einander zu legenden Strichen für Felsmassen, noch in so fern charakterisiren, daß man sie und ihren allgemeinen Zug und Zusammenhang erkennen kann. Mehr ist nicht nöthig und auch nicht anzugeben, weil kein menschlicher Fuß sie ersteigen und mithin auch nicht genau aufnehmen kann.

Dieß. Lehmannsche, wie die v. Müfflingsche Bergzeichnungsweise zur Darstell. eines Hochgebirges aus.

§. 72. Nachdem uns nun die verschiedenen Methoden bekannt geworden sind, durch welche man den Böschungswinkel geneigter Bergflächen in der Zeichnung ausdrücken kann, so fragt es sich: wie wird diese Bezeichnungsweise zur Darstellung der verschiedenen Formen von Bergen, Terrainerhabenheiten überhaupt, und Terrainvertiefungen angewendet?

Anwendung d. genannten Skalen zur Darstell. von Bergformen.

§. 73. Jeder Berg oder Hügel wird durch Wasserfurchen, Schluchten oder Thäler, und, wenn er sich über eine Ebene erhebt, durch seinen Fuß begrenzt. (S. §. 135 u. 136.) Sind

Zeichnung d. Bergformen durch Horizontalen.

dieſe Linien auf den Horizont reducirt, und im verjüngten Maßſtabe, in der richtigen Lage zu einander, verhältnißmäßig auf die Bildfläche gezeichnet, ſo iſt auch auf dieſer ſein Umfang beſtimmt. Allein dadurch iſt noch nicht Alles gewonnen, denn faſt kein Berg hat eine regelmäßige Kegelform, ſeine Kuppe genau in der Mitte ſeiner Begrenzungen oder ſtetig geböſchte Abhänge. Die Lage der Kuppe, der Wechſel im Abfall ſeiner gekrümmten oder gewölbten unebenen Oberfläche, die Form aller ſeiner Theile muß wiedergegeben werden, wenn ſein Einfluß auf die Schlagfähigkeit der Truppen und die Wirkung der Geſchoſſe ꝛc., aus der Zeichnung erkannt werden ſoll. Und auch zu einer ſolchen Darſtellung fehlen nicht die Mittel. Denken wir uns nämlich durch einen Berg, Fig. 36, in der Richtung der horizontalen Grundfläche GH, parallel mit derſelben und in verſchiedenen Höhen über einander, Ebenen, EF, CD und AB, ſo gelegt, daß die letztere durch den Rand der Kuppe, jede zunächſt tiefer gelegene aber durch die Punkte des Abhanges geht, wo ein anderer Böſchungswinkel eintritt, oder der Berg eine andere Form annimmt, und dieſe Ebenen dort begrenzt, wo ſie die Oberfläche des Abhanges berühren, ſo wird der Berg durch ſie nicht nur in eben ſo viele horizontale Abſchnitte oder Schichten zerlegt, als Ebenen vorhanden gedacht ſind, ſondern durch ihre Grenzen auch der Umfang und die Form einer jeden dieſer Bergſchichten genau bezeichnet. Da ferner der Berg von ſeiner Kuppe bis zu ſeinem Fuße an Umfang wächſt, ſo wird auch jede tiefer gelegene Horizontalebene größer ſein, als die zunächſt über ihr gelegene. Denken wir uns nun ferner, auf allen dieſen Ebenen und der Grundfläche, den Punkt i, der unter der Mitte der Kuppe J liegt, und eine beliebige, auf allen aber gleiche, d. h. in einer Vertikalebene liegende, Richtung, AB, CD, EF, GH, bemerkt, die horizontalen Ebenen aus dem Berge herausgenommen, und auf die Grund- oder Bildfläche GH, ihrer Reihenfolge nach, und zwar ſo unmittelbar über einander gelegt, daß die bezeichneten Kuppenpunkte i ſich decken, und die Richtungslinien ab, cd und ef auf einander und auf AB liegen, ſo werden die Grenzen dieſer Ebenen einen jeden Abſchnitt des Berges, in ſeiner ihm eigenthümlichen Form und in ſeiner verhältnißmäßigen Lage zu den anderen Abſchnitten, auf den Horizont reducirt darſtellen. — Durch Hilfe dieſer Ebenen ſind wir demnach im Stande, den mannichfaltigſten Formenwechſel der Berge zu projiciren, da es uns nicht benommen iſt, ſo viel Horizontalebenen, als wir für nöthig er-

erachten, durch einen Berg gelegt zu denken. Die Begrenzungen (GH, ef, cd und ab) der Grundfläche und dieſer Ebenen werden in der Zeichnung gewöhnlich mit dem Worte Horizontalen, d. h. Horizontalprofile, oder auch wohl Parallelen bezeichnet. Weil aber nur höchſt ſelten die auf der Bildfläche dargeſtellten Horizontalen mit einander parallel laufen, ſo kann die Benennung Parallelen zu Irrthümern Anlaß geben, und iſt daher entweder ganz zu vermeiden, oder nur mit Vorſicht zu gebrauchen. —

So wie ein Berg, laſſen ſich auch mehrere zuſammenhängende Berge, oder die Unebenheiten des Bodens überhaupt, in der Zeichnung durch Horizontalen darſtellen. Man denkt ſich dann die Horizontalebenen, wie in Fig. 37, durch alle Terrainunebenheiten hindurch gelegt. — Sind die letzteren von ungleicher Höhe, ſo werden in der Regel die höheren durch mehr, die niedrigeren durch weniger Horizontalen im Grundriß verzeichnet. Doch iſt dies eben ſo wenig durchaus nothwendig, als daß alle Horizontalprofile gleiche Vertikalabſtände von einander haben. So iſt z. B. in Fig. 37 der niedrigere Berg, über der Ebene EF, nur durch 2 Horizontalen, CD und AB; der andere, höhere, über eben jener Ebene, durch 3 Horizontalen, NP, LM und JK, dargeſtellt, und der Vertikalabſtand der Ebenen NP und LM, über EF und NP, größer, als der der Ebenen CD und AB, über EF und CD. Allein es könnte auch das umgekehrte Verhältniß eintreten, wenn ein häufigerer Wechſel der Böſchungen beim niedrigeren Berge 3 Horizontalen und ein gleichmäßigerer Abfall beim höheren Berge nur eine Horizontale nöthig machte. — Dort, wo die Horizontalen zweier Berge zuſammentreffen, liegt in der Regel eine Waſſerfurche, welche in der Darſtellung durch eine einwärts gehende Krümmung der Horizontalen, wie bei x, kenntlich wird. Ausnahmen hiervon finden nur höchſt ſelten und dann ſtatt, wenn beide Berge, oder vielmehr ihre Abhänge, ſo in einander übergehen, daß ſie eine gemeinſame, gleichförmig geneigte Fläche bilden.

§. 74. Aus dem, was im vorigen § über die Horizontalen geſagt iſt, ergiebt ſich, daß

Folgerungen für die Lage der Horizontalen.

1) alle Punkte, die in ein und derſelben Horizontale ſich befinden, gleichviel ob ſie einem Berge oder mehreren Bergen angehören, gleich hoch liegen;
2) jede größere Horizontale tiefer liegt, als eine kleinere deſſelben Berges, und daß endlich
3) niemals 2 Horizontalen eines Berges ſich im Grundriſſe

berühren dürfen, es sei denn, daß der Abhang an einer Stelle senkrecht, und mithin hier dessen Projection = 0 ist. Während z. B. die Horizontalen der Berge Fig. 36 und 37 sich im Grundrisse in keinem Punkte berühren, treffen die Horizontalen aH, cH, eH und GH des schiefen Bergkegels Fig. 38, obwohl jede derselben den Umfang eines höher oder tiefer gelegenen Bergabschnittes, AB, CD, EF und GH, in der Zeichnung andeutet, doch im Grundrisse in dem Punkt H zusammen, weil die Punkte B, D und F senkrecht über dem Punkt H liegen, und mithin die Projection des Abhanges BH = 0 ist.

Zeichnung d. Terrainvertiefungen durch Horizontalen.

§. 75. Ganz auf dieselbe Weise, wie die Terrainerhabenheiten, werden auch die Terrainvertiefungen im Grundrisse dargestellt. Denken wir uns z. B. statt des Berges Fig. 36 eine trichterförmige Vertiefung derselben Form und Größe, und durch diese in GH, E′F′, C′D′ und A′B′ Horizontalebenen, gleichsam als deckel- oder bodenförmige Einsätze, gelegt, auf jeder Ebene den Punkt i′ vertikal über J′ und die in einer Vertikalebene liegenden Richtungen GH, E′F′, C′D′ und A′B′ bezeichnet; hierauf jene horizontalen Ebenen aus der trichterförmigen Vertiefung herausgenommen und so auf GH gelegt, daß die Punkte i′ sich decken und die Richtungslinien in einander fallen, so werden die Grenzen ab, cd, ef und GH dieser Ebenen den Umfang der Vertiefung und deren Form in verschiedenen Tiefen darstellen. — Die Projection des Berges GABH und die der trichterförmigen Vertiefung GA′B′H sind also einander gleich und ähnlich, obwohl bei jener jede kleinere Horizontale einer größern Höhe, bei dieser einer größeren Tiefe angehört, weil deren Umfang, wie bei dem Berge nach der Höhe, so bei der Vertiefung nach der Tiefe abnimmt. Hätte man nur allein beide Projectionen vor sich liegen, so würde man durchaus nicht erkennen können, welche derselben einer Terrainerhabenheit und welche einer Terrainvertiefung angehört, und auch selbst dann nicht, wenn die Zeichnung nach der Lehmannschen, Müfflingschen oder nach einer andern der genannten Skalen ausgeführt wäre, wie solches in Fig. 39 geschehen ist. Nur allein der Zusammenhang, in dem die Darstellungen von Terrainerhabenheiten und Vertiefungen auf dem Plane stehen, und die Terrainlehre können darüber Aufschluß geben. Indessen sind doch auch Fälle denkbar, wo uns beide ihre Antwort versagen. Wäre z. B. aus irgend einem Grunde auf dem Gipfel des Berges GABH, Fig. 36, die kesselförmige Vertiefung CA″B″D

entstanden oder ausgegraben worden, zufällig der Spitze CABD gleich und ähnlich, und der Theorie gemäß im Grundrisse dargestellt; wie wollte man aus der Zeichnung erkennen, daß die Projection cabd einer Vertiefung angehört? Höchstens würde bei Ausführung der Zeichnung nach einer jener Skalen, in der Horizontale cd, wie in Fig. 40, ein schmaler weißer Streifen sichtbar sein, den man für eine Terrasse ansehen könnte. — Dies ist allerdings ein großer Mangel unserer Terrainzeichnung, und er würde unstreitig sehr gefühlt werden, wenn häufig der letzteren ähnliche Terrainvertiefungen vorkämen, und die Natur nicht, durch Ansammlungen von stehendem Wasser, durch Wiesen u. dgl. m., in Vertiefungen die Zeichnung derselben unterstützte. Indessen könnte jenem Mangel vielleicht dadurch abgeholfen werden, wenn man auf der Bildfläche den Raum, auf dem eine Terrainvertiefung jener Art dargestellt werden soll, vor Ausführung der Gradationsstriche grau, und, nach dem Grade der Tiefe, mehr oder weniger dunkel, anlegte. Dies würde auch den Gesetzen der natürlichen Beleuchtung entsprechend sein. Denn jede Terrainfläche erhält ihre Beleuchtung nicht allein durch die unmittelbar auf sie — nach unserer Voraussetzung senkrecht — herabfallenden, sondern auch durch den Reflex der sie nicht treffenden Lichtstrahlen, also auch durch Seitenbeleuchtung. Da aber bei einer Terrainvertiefung durch deren Rand dem reflectirten Lichte der Seitenbeleuchtung der Zutritt in das Innere versagt wird, so erhält dieselbe nur das Licht der sie unmittelbar treffenden Strahlen. Die schiefen Flächen ihrer Wände empfangen also auch weniger Licht, als die Außenflächen des Berges, und müssen mithin dunkler dargestellt werden.

Bestimmung der Entfernung der Horizontalen v. einander.

§. 76. Die vertikale Entfernung der durch das Bergterrain gedachten Horizontalebenen von einander ist an sich ganz gleichgiltig, wenn sie nur nicht zu groß ist, zur Darstellung jeder Veränderung der Bergformen. Auch darf sie nicht überall gleich groß sein, weil man sonst nicht frei über die Lage der Ebenen bestimmen, die letzteren nicht immer auf die für die Zeichnung zweckmäßigste Stelle legen könnte, und weil bei der Projection jener Ebenen auf die Bildfläche ihre Grenzen (die Horizontalen) doch nicht gleiche Entfernung von einander (parallele Richtung) erhalten würden, wenn der Berg nicht zufällig nach allen Seiten hin gleichmäßig abfällt. —

Die Entfernung der Horizontalen auf der Bildfläche von einander wird aber bestimmt durch die Projection

der geneigten Bergflächen zwischen zwei Horizontalebenen, und, nach §. 32, desto größer werden, je kleiner, desto kleiner, je größer der Neigungswinkel ist. Mithin werden auch auf der Bildfläche die beiden Horizontalen, welche eine Bergschicht begrenzen, sich dort von einander entfernen, wo die Bergschicht einen sanfteren, und dort sich einander nähern, wo sie einen steileren Abhang hat. — Das Maß ihrer Entfernung bei verschiedenen Böschungswinkeln des Abfalls nach verschiedenen Seiten läßt sich auf geometrischem und trigonometrischem Wege finden:

1) Geometrisch.

1) Geometrisch. Man denke sich zwei Horizontalebenen AB und CD, Fig. 41, im Vertikalabstande AC von einander, aus einem Punkte A der unteren Ebene zur oberen schiefe ebene Flächen, AD, AE, AF ꝛc., unter den Winkeln von 5, 10, 15°, und so fort von 5 zu 5°, bis zum Winkel von 45° gelegt, und von den Punkten D. E. F . . . . und M, wo jene Flächen die obere Horizontalebene berühren, die Perpendikel Dd, Ee, Ff . . . . Mm auf die untere Ebene gefällt, so werden die Horizontalabstände dieser Perpendikel vom Punkte A die Anlage der geneigten Flächen, und zugleich die Entfernung der Horizontalen von einander, bei verschiedenen Neigungswinkeln aber bei einerlei Höhe der Bergflächen bezeichnen. Es ist also für Höhe AC

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ad | die Anlage der Fläche | | | | AD | u. zugleich die Entfern. d. Horizontalen beim Neigungswinkel von | | | | | | | 5° |
| Ae | — | — | — | — | AE | — | — | — | — | — | — | — | 10° |
| Af | — | — | — | — | AF | — | — | — | — | — | — | — | 15° |
| Ag | — | — | — | — | AG | — | — | — | — | — | — | — | 20° |
| Ah | — | — | — | — | AH | — | — | — | — | — | — | — | 25° |
| Ai | — | — | — | — | AJ | — | — | — | — | — | — | — | 30° |
| Ak | — | — | — | — | AK | — | — | — | — | — | — | — | 35° |
| Al | — | — | — | — | AL | — | — | — | — | — | — | — | 40° |
| Am | — | — | — | — | AM | — | — | — | — | — | — | — | 45° |

Um die Entfernung der Horizontalen von einander in Verhältnißzahlen zur Höhe AC auszudrücken, nehme man diese als Einheit an, und messe mit ihr die Horizontalabstände der Perpendikel vom Punkte A, so ergiebt sich für den

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Neigungswinkel | | 5° | d. | Entfern. | der | Horizontalen | = | nahe | 11 | mal | Höhe | | | |
| — | — | 10° | — | — | — | — | — | = | , | $5\frac{1}{2}$ | = | $\frac{11}{2}$ | , | |
| — | — | 15° | — | — | — | — | — | = | , | $3\frac{3}{5}$ | = | $\frac{11}{3}$ | , | |
| — | — | 20° | — | — | — | — | — | = | , | $2\frac{3}{4}$ | = | $\frac{11}{4}$ | , | |
| — | — | 25° | — | — | — | — | — | = | , | $2\frac{1}{5}$ | = | $\frac{11}{5}$ | , | |
| — | — | 30° | — | — | — | — | — | = | , | $1\frac{5}{6}$ | = | $\frac{11}{6}$ | , | |

Neigungsw. 35° d. Entfern. der Horizontal. = nahe $1\frac{3}{7}$ = $\frac{11}{8}$ m. Höhe
— — 40° — — — — — — = „ $1\frac{3}{5}$ = $\frac{11}{8}$ —
— — 45° — — — — — — = 1 mal Höhe.

Die Figur 41, mit deren Hilfe wir dieſe Unterſuchung anſtellten, und für jegliche Höhen und Böſchungswinkel die Entfernung der Horizontalen von einander finden können, nennt man den Böſchungsmaßſtab oder Böſchungsmeſſer, und die rechtwinkligen Triangel AdD, AeE, AfF .... AmM, die Profilstriangel.

2) Trigonometriſch. Iſt der Triangel ADB, Fig. 42, das Profil eines Bergabſchnittes; BD deſſen Höhe oder die vertikale Entfernung der beiden Horizontalebenen AB und CD; AB die Anlage des Abfalls AD, oder die Entfernung der Horizontalen auf der Bildfläche von einander, und endlich ∠ BAD der Böſchungswinkel der geneigten Fläche: ſo iſt, wenn BD als Radius des Kreiſes BG angeſehen wird, AB = Tangente ∠ ADB oder = Cot. ſeines Complements, des Böſchungswinkels BAD. Es wird mithin die Entfernung der Horizontalen AB auf der Bildfläche gleich der Cotangente des Böſchungswinkels. Wächſt der letztere, ſo wird auch, nach §. 32, die Anlage der geneigten Fläche, und mit ihr die Entfernung der Horizontalen von einander, kleiner, und zwar in dem Grade, als die Cotangenten des Böſchungswinkels abnehmen, denn es verhalten ſich: AB : EB : FB = cot. ∠ BAD : cot. ∠ BED : cot. ∠ BFD = tang. ∠ ADB : tang. ∠ EDB : tang. ∠ FDB. — Es kann folglich die Regel aufgeſtellt werden: Auf der Bildfläche verhalten ſich die Entfernungen der Horizontalen von einander, bei einerlei Höhe der zwiſchen ihnen liegenden Bergabſchnitte, wie die Cotangenten der Böſchungswinkel oder wie die Tangenten der Complemente der Böſchungswinkel. 2) Trigonometriſch.

Das Verhältniß aber, in dem die Cotangenten und Tangenten verſchiedener Winkel zu einander ſtehen, läßt ſich in den trigonometriſchen und logarithmiſchen Tafeln auffinden, und daher, mit deren Hilfe, für jeden Böſchungswinkel die Entfernung der Horizontalen von einander, im Verhältniß zur Höhe des Bergabſchnitts ausgedrückt, ſogleich ermitteln. Suchen wir das Maß der Länge für die Cotangenten der wichtigſten Böſchungswinkel auf, und nehmen wir dabei die Höhe des Bergabhanges oder den Sin. tot. = 1 an, ſo erhalten wir für den

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Böschgsw. | 1° | Log. cot. | = 1,7580785 | u. in d. genommen. | dafür na- türl. | Zahl | = 57,290 | d. Entf. d. Ho- rizontalen in | Höh. ausgedr. |
| — | $2\frac{1}{2}$° | — | = 1,3599069 | — | — | | = 22,904 | — | — |
| — | 5° | — | = 1,0680482 | — | — | | = 11,430 | — | — |
| — | 10° | — | = 0,7536812 | — | — | | = 5,671 | — | — |
| — | 15° | — | = 0,5719475 | — | — | | = 3,732 | — | — |
| — | 20° | — | = 0,4389341 | — | — | | = 2,747 | — | — |
| — | 25° | — | = 0,3313275 | — | — | | = 2,144 | — | — |
| — | 30° | — | = 0,2385606 | — | — | | = 1,732 | — | — |
| — | 35° | — | = 0,1547732 | — | — | | = 1,428 | — | — |
| — | 40° | — | = 0,0761865 | — | — | | = 1,192 | — | — |
| — | 45° | — | = 0,0000000 | — | — | | = 1,000 | — | — |

Von einem militairischen Zeichner kann indessen eben so wenig verlangt werden, diese Zahlen im Gedächtniß, als die trigonometrischen und logarithmischen Tafeln stets bei sich zu haben, wohl aber, daß er die Horizontalen der vorstehenden Böschungswinkel in so richtigen Entfernungen von einander lege, als es irgend möglich ist. Es wird daher für denselben ein dringendes Bedürfniß, statt der genauen Verhältnißzahlen andere zu ermitteln, die sich leicht dem Gedächtniß einprägen lassen, und deren Differenz mit jenen doch so gering ist, daß in der Zeichnung keine bedeutende Fehler entstehen können. Zu solchen Zahlen kommt er aber, wenn er von den oben aus den trigonometrischen Tafeln ausgeschriebenen Zahlen die erstere ein wenig modificirt, bei der 2ten und 3ten sämmtliche, und bei den übrigen die beiden letzten Decimalbruchstellen wegstreicht, die stehen gebliebenen Decimalbrüche in gewöhnliche Brüche und diese wieder mit ihren ganzen Zahlen in unechte Brüche verwandelt, und demnächst für die Entfernung der Horizontalen beim

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Böschungswinkel | 1° | setzt | 55 | = | 5 . 11 | Höhen | | |
| — | $2\frac{1}{2}$° | " | 22 | = | 2 . 11 | — | | |
| — | 5° | " | 11 | = | 1 . 11 | — | | |
| — | 10° | " | 5,6 | = | nahe $5\frac{1}{2}$ | = $\frac{11}{2}$ | Höhen | |
| — | 15° | " | 3,7 | = | nahe $3\frac{3}{5}$ | = $\frac{11}{3}$ | — | |
| — | 20° | " | 2,7 | = | $2\frac{3}{4}$ | = $\frac{11}{4}$ | — | |
| — | 25° | " | 2,1 | dafür | $2\frac{1}{5}$ | = $\frac{11}{5}$ | — | |
| — | 30° | " | 1,7 | = | fast $1\frac{5}{6}$ | = $\frac{11}{6}$ | — | |
| — | 35° | " | 1,4 | = | fast $1\frac{3}{5}$ | = $\frac{11}{8}$ | — | |
| — | 40° | " | 1,1 | = | $1\frac{3}{5}$ | = $\frac{11}{9}$ | — | |
| — | 45° | " | 1,0 | = | 1 | = 1 | — | |

Wodurch er wieder zu den oben durch den Böschungsmesser gefundenen Zahlen kommt. — Bleiben wir indessen bei diesen

Zahlen nicht stehen, sondern untersuchen wir genau, wie groß bei ihrer Anwendung die Differenz wird, sowohl in der Entfernung der Horizontalen, als auch, wenn man von dieser rückwärts auf die Größe des Böschungswinkels schließt, im Böschungswinkel selbst.

| die aus den trigonom. Tafeln entnommenen Entfernung. d. Horizontalen mal der Höhe | geben einen Böschungswinkel v. Grad | die für den praktischen Gebrauch angenommen. Entfernungen der Horizontalen mal der Höhe | geben einen Böschungswinkel v. Gr. u. Min. | Differenz in der Entferng. der Horizontl. + oder — mal d. Höhe. | Differenz im Winkel selbst + oder — Gr. u. Min. |
|---|---|---|---|---|---|
| 57,290 | 1° | 5 . 11 = 55,000 | 1° 2′ | — 2,290 | + 2′ |
| 22,904 | 2½° | 2 . 11 = 22,000 | 2° 36′ | — 0,904 | + 6′ |
| 11,430 | 5° | 1 . 11 = 11,000 | 5° 11′ | — 0,430 | + 11′ |
| 5,671 | 10° | 1/2 = 5,500 | 10° 18′ | — 0,171 | + 18′ |
| 3,732 | 15° | 1/3 = 3,667 | 15° 15′ | — 0,065 | + 15′ |
| 2,747 | 20° | 1/4 = 2,750 | 19° 58′ | + 0,003 | — 2′ |
| 2,144 | 25° | 1/5 = 2,200 | 24° 26′ | + 0,056 | — 34′ |
| 1,732 | 30° | 1/6 = 1,833 | 28° 37′ | + 0,101 | —1°23′*) |
| 1,428 | 35° | 1/6 = 1,375 | 36° 1′ | — 0,053 | +1° 1′ |
| 1,192 | 40° | 1/9 = 1,222 | 39° 17′ | + 0,030 | — 43′ |
| 1,000 | 45° | 1 = 1,000 | 45° 0′ | 0,000 | 0′ |

Die beiden letzten Rubriken der vorstehenden Tabelle zeigen, daß die Differenz zwischen den genauen und den dafür gewählten Zahlen so gering ist, daß sie, mit Ausnahme von zwei Fällen, höchstens etwas mehr als ½ Grad im Böschungswinkel beträgt, und in den Maßstäben, in welchen gearbeitet wird, so wie mit den gewöhnlichen Zeichneninstrumenten gar nicht ausgedrückt werden kann. Was aber die größeren Fehler bei 30 und 35° anbetrifft, so wissen wir aus den §§. 64, 69 und 70, daß eben so wenig in der Lehmannschen wie in der Müfflingschen Skala Böschungswinkel bis zu einer Genauigkeit von einem oder zwei Grad angegeben noch abgelesen werden können. — Die Nutzbarkeit der für den praktischen Gebrauch angenommenen Verhältnißzahlen ist also keinem Zweifel unterworfen. Man kann indessen ihre Brauchbarkeit noch erhöhen, wenn man sie mit 11 dividirt, oder was dasselbe sagen will, für die Entfernung der Horizontalen auf der Bildfläche bei

*) Häufig findet man statt der Verhältnißzahl 1/6 in Lehrbüchern 1/7 angeführt. Letztere Zahl giebt aber in der Entfernung der Horizontalen eine Differenz von — 0,161 mal der Höhe, und im Winkel von + 2° 28′, also eine bedeutend größere Differenz als 1/6, und ist mithin weniger brauchbar als diese.

5° Neigung 1 setzt. Dann verhält sich die Entfernung der Horizontalen beim Böschungswinkel

von 1° z. dem v. $2\frac{1}{2}$° : 5° : 10° : 15° : 20° : 25° : 30° : 35° : 40° : 45°

wie 5 : 2 : 1 : $\frac{1}{2}$ : $\frac{1}{3}$ : $\frac{1}{4}$ : $\frac{1}{5}$ : $\frac{1}{6}$ : $\frac{1}{8}$ : $\frac{1}{9}$ : $\frac{1}{11}$

wobei die Höhe des Bergabfalls gleich der Entfernung der Horizontalen bei 45° = $\frac{1}{11}$ angenommen ist. — Diese Zahlenreihe ist so einfach und so leicht im Gedächtniß zu behalten, daß von jedem Zeichner und Aufnehmer ihre Anwendung unbedingt gefordert werden kann. — Mit ihrer Hilfe lassen sich manche bei der Anfertigung und dem Gebrauch von Plänen vorkommende Fragen sehr leicht beantworten.

Bestimmung d. Böschungswinkel aus d. Entfern. der Horizontalen.

§. 77. Sind die Horizontalen irgend einer Bergzeichnung richtig gelegt, und ist nur zwischen jeglichem Paare derselben an einer Stelle, die zu vollen 5, 10, 15 ... 45° geneigt ist, der Böschungswinkel (die Gradation) oder die Höhe der Bergschicht mit Zahlen eingeschrieben, so können aus der Entfernung der Horizontalen die Neigungswinkel der anderen Stellen bestimmt werden. — Dies ist, nach dem vorigen §, entweder mit Hilfe der Verhältnißzahlen für die Projection der Gehänge verschiedener Neigungswinkel, und dann geometrisch oder arithmetisch, oder mit Hilfe des Böschungsmaßstabes möglich. — Da Aufgaben dieser Art beim praktischen Aufnehmen und bei Ausführung von Situationszeichnungen sehr häufig vorkommen, so wollen wir näher darauf eingehen. — Es sei, in Fig. 43, ein Berg in seinen Horizontalen gezeichnet, und auf einer Seite der Böschungswinkel der ersten Bergschicht zwischen ab zu 10°, der der zweiten zwischen bc zu 15, der der dritten zwischen cd zu 20° angegeben, und man soll die Böschungswinkel für alle anderen Richtungen bestimmen.

1) Mit Hilfe der Verhältnißzahlen.

1) Mit Hilfe der Verhältnißzahlen, und zwar

a. geometrisch.

a) geometrisch, wenn der Böschungswinkel an einer Stelle jeder Bergschicht eingeschrieben ist. Man nehme zunächst die Entfernung ab in den Zirkel, und untersuche ob an irgend einer Stelle die erste Horizontale der Kuppe näher liegt, als an der bezeichneten. Ist dies nicht der Fall, so hat auch diese Bergschicht nirgend einen steileren Abfall, als den von 10°. Es fragt sich nun, ob der Abfall dort, wo sich die Horizontale von der Kuppe entfernt, bis zum Böschungswinkel von 5° sanfter wird. Um dies zu ermitteln, trage man die in den Zirkel genommene Entfernung ab zweimal von e nach f auf eine gerade Linie ab, weil nach §. 75, die Entfernung der Horizontalen bei 10° Neigung zu der bei

5° Neigung sich verhält, wie $\frac{1}{8} : 1 = 1 : 2$, nehme sodann das hierdurch gefundene Maß für die Entfernung der Horizontalen bei 5° Neigung in den Zirkel, setze dessen eine Spitze in die Horizontale der Kuppe, und fahre mit ihr in dieser so weit fort, bis die andere Zirkelspitze in die Horizontale von b zu stehen kommt, und die Linie zwischen beiden Zirkelspitzen beide Horizontalen möglichst senkrecht trifft. Die Punkte, in welcher jetzt beide Zirkelspitzen stehen, werden durch feine Stiche bezeichnet, und durch eine feine Linie verbunden, um anzudeuten, daß hier die Neigung von 5° beginnt. Hierauf bewegt man den Zirkel, indem man mit der einen Spitze desselben die Horizontale der Kuppe verfolgt, über den Theil des Abhanges, auf dem sich die Horizontalen anfänglich noch weiter von einander entfernen, dann aber wieder nähern, so lange fort, bis die zweite Zirkelspitze abermals in die untere Horizontale, ähnlich, wie vorhin, zu stehen kommt. Hier hört der Neigungswinkel von 5° auf, und ein größerer beginnt. Die Punkte, in denen beide Zirkelspitzen stehen, verbindet man wieder durch eine feine Linie, und schreibt zwischen diese und die vorhin gezogene 5°. Aehnlich setzt man das Geschäft über den Theil des Abhanges fort, auf dem sich die Horizontalen anfänglich verengen, dann wieder erweitern, bis beide Zirkelspitzen in den Horizontalen stehen. Zwischen die hier gezogene Verbindungslinie und die zuletzt gezogene schreibt man 10° u. s. w. Ist auf diese Weise die erste Bergschicht in Gradationsfächer getheilt, und die Neigung ihrer Abhänge nach allen Richtungen hin bestimmt, so geht man zur Ermittelung der Böschungswinkel der zweiten Bergschicht über. Zunächst nimmt man wieder die Entfernung der Horizontalen bc in den Zirkel. Hat man sich überzeugt, daß die letzteren auf der entgegengesetzten Seite des Berges näher als hier liegen, so trägt man die in den Zirkel genommene Entfernung dreimal auf eine gerade Linie von g nach h, um dadurch die Einheit oder die Entfernung der Horizontalen für 5° Neigung zu bekommen; denn es verhält sich die Entfernung der Horizontalen bei 15° Neigung zu der bei 5°, wie $\frac{1}{3} : 1 = 1 : 3$. Halbirt man die Linie gh und schreibt an den Halbirungspunkt 10°, und trägt man auf dieselbe $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{6}$ ꝛc. ihrer Länge vom Punkte g aus ab, und schreibt an die gefundenen Punkte 15, 20, 25° ꝛc., so hat man dadurch einen Maßstab für die Entfernung der Horizontalen dieser Bergschicht construirt, und kann mit dessen Hilfe auch den in Rede stehenden Abschnitt des Ber-

ges in Gradationsfächer zerlegen. Dies geschieht, indem man zunächst die Entfernung der Horizontalen für 10° Neigung in den Zirkel nimmt, dessen eine Spitze in die Horizontale b einsetzt, und diese so lange verfolgt, bis die zweite Zirkelspitze in die Horizontale c zu stehen kommt. Hier beginnt der Neigungswinkel von 10°. Hat man die Punkte, in denen beide Zirkelspitzen standen, durch eine feine Linie verbunden, so nimmt man, weil die Horizontalen sich immer weiter von einander entfernen, die Entfernung derselben für 5° Neigung in den Zirkel, und sucht die Linie auf, in welcher der Neigungswinkel von 5° beginnt und wieder aufhört, zieht sie durch feine Linien aus und schreibt dazwischen 5°, wie zwischen die Linien, wo der Neigungswinkel von 5° aufhörte und der von 10° begann, 10°. — Da sich vom letzteren Gradationsfache an die Horizontalen wieder nähern, so nimmt man successive die Entfernungen für 10°, 15°, 20° ꝛc. in den Zirkel, bezeichnet stets die Stellen, in welchen die genannten Böschungen beginnen, durch feine, die Horizontalen möglichst senkrecht treffende Linien, und schreibt zwischen die Linie für 5° und die für 10° Neigung 10°, zwischen die für 10 und die für 15° Neigung 15°, zwischen die für 15° und die für 20° Neigung 20° u. s. w. In gleicher Weise setzt man die Arbeit fort, bis man wieder zu der Stelle zurückkehrt, von der man ausging, und auch die Projection der zweiten Bergschicht vollständig in Gradationsfächer getheilt hat. — Bei der dritten Bergschicht verfährt man ganz so, wie bei der zweiten, indem man zunächst einen Maßstab für die Entfernung der Horizontalen derselben anfertigt, und sodann mit diesem deren Projection in Gradationsfächer theilt. Da aber der Berg zwischen cd unter einem Winkel von 20° geneigt ist, so muß die Grundlinie ik jenes Maßstabes $= 4 . cd$ sein, denn die Entfernung der Horizontalen bei 20° Neigung verhält sich zu der von 5° wie $\frac{1}{4} : 1 = 1 : 4$. — Beim Einschreiben der Gradzahlen in die Gradationsfächer ist jedoch genau darauf zu achten, daß jedes Fach nach der Gradzahl der Grenzlinie benannt werde, welche dem höheren Neigungswinkel angehört; also das Fach, dessen eine Grenzlinie z. B. die Entfernung der Horizontalen für 15°, die andere für 10° Neigung anzeigt, mit 15°, weil, nach §. 69, die Gradationen von 0 bis 5° mit den Bergstrichen für 5°, von 5 bis 10° mit denen für 10°, von 10 bis 15° mit denen für 15° u. s. w. bezeichnet werden. —

Wenn d. Höhe der Bergschicht gegeben ist.

Ist die Höhe der Bergschichten gegeben, so ist, nach §. 76, bekannt, daß die Entfernung der Horizontalen bei $2\frac{1}{2}°$ Neigung = 22, bei 5° = 11, bei 10° = $5\frac{1}{2}$, bei 15° = $3\frac{2}{3}$ mal der Höhe ist u. s. w. Man fertigt also nach diesem Verhältnisse einen Maßstab für die Entfernungen der Horizontalen an, und verfährt in allem Uebrigen, wie es so eben angegeben ist. Ist z. B. für die Höhe von a über b 20′ gegeben, so wird in jenem Maßstabe die Entfernung der Horizontalen bei $2\frac{1}{2}°$ Neigung 22 . 20′ = 440′; bei 5° Neig. 11 . 20′ = 220′; bei 10° Neig. $5\frac{1}{2}$ . 20′ = 110′; bei 15° Neig. $3\frac{2}{3}$ . 20 = 73′ 3″ ꝛc. sein.

b. Arithmetisch. Wenn ein Böschungswinkel eingeschrieben ist.

b. Arithmetisch. Wenn der Böschungswinkel an jeder Stelle einer Bergschicht eingeschrieben ist. Man nehme, wie vorher, die Entfernung der Kuppe von der nächsten Horizontale, dort, wo die Gradzahl eingetragen ist, ab Fig. 43, in den Zirkel, und messe auf dem Maßstabe, nach welchem der Berg gezeichnet ist, ihre Größe. Beträgt sie z. B. beim Neigungswinkel von 10° 20 Ruthen, so wird, da die Entfernung der Horizontalen bei 10° zu der bei 5° sich verhält, wie $\frac{1}{2} : 1 = 1 : 2$, überall dort, wo die Horizontalen der ersten Bergschicht weiter als 2 . 20 Ruthen = 40 Ruthen entfernt sind, 5° eingetragen werden müssen. Nachdem diese Stellen aufgesucht, bei 40 Ruthen Entfernung der Horizontalen feine Linien von der Horizontale a zur Horizontale b gezogen, dadurch die Gradationsfächer abgetheilt und sodann die Gradzahlen hineingeschrieben sind, geht man zur Ermittelung der Böschungswinkel der zweiten Bergschicht über. Da sich in dieser die Horizontalen bald weiter von einander entfernen, bald wieder mehr nähern, als an der Stelle bc, wo die Gradzahl 15 eingeschrieben ist, so wird der Abfall auch bald sanfter, bald steiler als 15° sein. Man mißt daher mit dem verjüngten Maßstabe die Entfernung bc, um danach die Größe der Entfernung bei den sanfteren und steileren Neigungswinkeln zu berechnen. Angenommen, wir hätten 12 Ruthen gefunden, so wird, da die Entfernung der Horizontalen bei 15° z. der v. $2\frac{1}{2}° : 5° : 10° : 20° : 25°$ Neigung ꝛc. sich verhält wie $\frac{1}{3} : 2 : 1 : \frac{1}{2} : \frac{1}{4} : \frac{1}{5}$; das Maß d. Entf. in Ruth. ausgedrückt sich verhalten wie 12 : 72 : 36 : 18 : 9 : 7,2 Ruthen. Jetzt sucht man die Stellen auf, an welchen die Horizontalen diese Entfernungen von einander haben, bezeichnet sie durch feine Linien und schreibt in die Fächer, deren

Grenzlinien länger als 72 Ruthen sind — $2\frac{1}{2}$°
— — zwischen 72 u. 36 Ruthen lang sind 5°
— — — — 36 u. 18 — — — 10°
— — — — 18 u. 12 — — — 15°
— — — — 12 u. 9 — — — 20°
— — — — 9 u. 7,2 — — — 25° ꝛc.

Bei Bestimmung der Böschungswinkel der dritten und jeder andern Bergschicht verfährt man ganz so, wie bei denen der zweiten.

Wenn d. Höhe der Bergschicht gegeben ist.

Wenn die Höhe der Bergschicht in Ruthen oder Fuß gegeben ist, so berechnet man nach dem bekannten Verhältnisse von 22 : 11 : $5\frac{1}{2}$ : $3\frac{1}{3}$ : $2\frac{3}{4}$ ꝛc. mal d. Höhe für die Entf. d. Horizont. bei $2\frac{1}{2}$, 5, 10, 15, 20° ꝛc. Neigung, die Entfernung der Horizontalen für die betreffende Bergschicht, nimmt diese Maße vom verjüngten Maßstabe und verfährt im Uebrigen, wie wir es so eben gezeigt haben.

2) Mit Hilfe d. Böschungsmessers. Wenn der Böschungsw. od. die Höhe der Bergschicht gegeben ist.

2) Mit Hilfe des Böschungsmessers. Ist der Böschungswinkel an einer Stelle jeder Bergschicht bestimmt, so nimmt man, wie vorhin, die Entfernung der Kuppe von der nächsten Horizontale dort, wo die Gradzahl eingeschrieben ist, also ab, Fig. 43, in den Zirkel, trägt dieselbe auf die Grundlinie des Böschungsmessers, Fig. 41, von A nach n, errichtet in n einen Perpendikel, verlängert denselben bis zum Schenkel AE des gegebenen Winkels von 10°, und zieht durch den hierdurch gefundenen Höhenpunkt o eine gerade Linie pq parallel mit der Grundlinie AB. — Oder ist die Höhe der Bergschicht gegeben, so trägt man dieselbe senkrecht gegen die Grundlinie des Böschungsmessers von A nach p, und zieht durch letzteren Punkt eine mit der Grundlinie AB parallele Linie pq. — In beiden Fällen wird pq einen Maßstab für die Entfernungen der Horizontalen darstellen, der in dem Durchschnittspunkt p mit dem Perpendikel AC seinen Nullpunkt, und in den Durchschnittspunkten mit den Schenkeln der verschiedenen Böschungswinkel seine Theilpunkte hat. Nach diesem Maßstabe kann die Projection der Bergschicht gerade so, wie es oben angegeben ist, ausgemessen und in Gradationsfächer abgetheilt werden. — Bei jeder Bergschicht wiederholt man dies Verfahren; man muß daher so oft die Entfernung der Horizontalen für den gegebenen Böschungswinkel auf die Grundlinie des Böschungsmaßstabes auftragen, in dem hierdurch gefundenen Punkt einen Perpendikel errichten, oder die gegebene Höhe der Bergschicht im Scheitelpunkt des

Böschungsmessers als Perpendikel zur Grundlinie errichten, und in beiden Fällen durch den ermittelten Höhenpunkt eine Parallele mit der Grundlinie des Böschungsmessers ziehen, als Bergschichten oder Horizontalen vorhanden sind. — Sind die Entfernungen der Horizontalen für die gegebenen Böschungswinkel und diese, oder die Höhen der Bergschichten, nicht sehr verschieden an Größe, so müssen, bevor ein neuer Perpendikel errichtet und eine neue Parallele gezogen werden kann, die alten ausgelöscht werden. Dadurch leidet aber der Böschungsmaßstab sehr und wird bald unbrauchbar. Jedoch auch hiervon abgesehen, und von den zahlreichen Zirkelstichen, die der Böschungsmaßstab, auch bei dem vorsichtigsten Gebrauch, bald erhält, ist seine Anwendung schon deswegen nicht sehr zu empfehlen, weil die genaue Anfertigung desselben, wegen der Unvollkommenheit unseres Zeichnenmaterials, mit vielen Schwierigkeiten verknüpft ist, daher selten gelingt, und weil bei geringen Höhen der Bergschichten oder bei geringen Entfernungen der Horizontalen für die gegebenen Böschungswinkel, wegen der so engen Lage der Schenkel des Böschungsmaßstabes in geringer Höhe über der Grundlinie, leicht noch größere Unrichtigkeiten während der Ausmessung vorkommen können. Die Bestimmung der Böschungswinkel aus der Entfernung der Horizontalen, mit Hilfe der Verhältnißzahlen, wird also fast in allen Fällen für den praktischen Gebrauch den Vorzug verdienen.

Lage d. Bergstriche gegen d. Horizontalen.

§. 78. Die Gestalt eines Berges wird nicht allein durch die Größe des Böschungswinkels seiner geneigten Flächen, sondern auch durch die Lage der letzteren zu einander, welche sich in der Richtung ihrer Neigungslinie ausspricht, bestimmt. Es müssen daher, wenn die Bergformen richtig aus dem Grundrisse erkannt werden sollen, die Gradationsstriche in der Richtung der Neigungslinie gelegt werden. Diese letztere findet man praktisch durch die Richtung, in welcher ein schwerer Körper hinabrollt oder das Regenwasser hinabfließt. Da nun aber dies stets auch auf dem nächsten Wege oder rechtwinklig gegen jede durch die schiefen Flächen gelegte Horizontale geschieht, so müssen auch sämmtliche Gradationsstriche der Zeichnung rechtwinklig auf den Horizontalen stehen. Beide, Horizontalen und Bergstriche, bestimmen also ihre Lage gegenseitig. Ist die Lage der Horizontalen gegeben, so erkennt man daraus die Lage, welche die Bergstriche erhalten müssen; ist die letztere bekannt, so wird es nicht schwer, die erstere zu finden. Dies ist eben so wichtig für die Aufnahme und Anfertigung der Originalzeichnung eines

Bergterrains, als für das Copiren von Plänen. Zeichnet man z. B. bei der Vermeſſung eines Berges die Neigungslinien des Abhanges nach den verſchiedenen Hauptrichtungen, ſchreibt man an dieſelben den Neigungswinkel der Böſchungen, ſo läßt ſich nach dem vorigen § leicht die Lage der Horizontalen dadurch beſtimmen, daß man zunächſt die Stelle bezeichnet, wo ſie jene Linie durchſchneiden müſſen, und ſie dann in krummen Linien ſo führt, daß ſie dieſelben unter rechten Winkeln treffen und, bei freiſtehenden Bergen, mit ihrem Endpunkt zum Anfangspunkt zurückkehren. Oder ſoll der Plan irgend eines Bergterrains copirt und zu dieſem Zweck die Lage der Horizontalen eingezeichnet werden, ſo dürfen nur die letzteren rechtwinklig durch die Gradationsſtriche des Originals gelegt werden.

Allgem. Regeln über die Lage d. Bergſtriche gegen Schluchten ꝛc.

§. 79. Nicht ſo einfach, wie gegen die Horizontalen, iſt **die Lage der Bergſtriche gegen Waſſerfurchen, Schluchten und Thäler** zu beſtimmen. Es müſſen hier hauptſächlich 4 Fälle unterſchieden werden:

1) liegt die Waſſerfurche, Schlucht- oder Thalſohle horizontal, ſo ſtehen die Bergſtriche auch rechtwinklig gegen dieſelbe (§. 78);

2) neigt ſich aber die Waſſerfurche ꝛc. gegen den Horizont, ſo werden auch die Bergſtriche dieſelbe unter einem ſpitzen Winkel treffen; denn da ſie ſenkrecht auf ihren Horizontalen ſtehen, müſſen ſie auch die Linie ſpitzwinklig treffen, welche ſich von einer Horizontale zur anderen hinabſenkt. Das Waſſer fließt nämlich zuerſt in der Richtung der Neigungslinie der Bergflächen, dann in der Neigungslinie der Waſſerfurche, und beſchreibt dort, wo es von der einen in die andere Richtung übergeht, nach den Geſetzen der Terrainlehre (§. 141), einen ſtumpfen Winkel, deſſen Nebenwinkel eben jener ſpitze Winkel iſt.

3) Sind auf beiden Seiten einer Waſſerfurche ꝛc. die Böſchungswinkel einander gleich, ſo ſind es auch die Winkel, welche die Bergſtriche mit der Schluchtlinie machen. Denn wenn **AB**, Fig. 44, die Schluchtlinie, **A** höher als **B** iſt, **AC** und **AD** die Horizontalen und gleich lang ſind, ſo muß auch die vertikale Höhe von **C** und **D** über **B** gleich, mithin auch die Projection **BC** = Proj. **BD** ſein. Da ferner ∠ **ADB** = ∠ **ACB** = **R**, nach §. 78, ſo muß auch das rechtwinklige △ **ABD** ≅ **ABC**, und demnach auch ∠ **ABD** = ∠ **ABC**.

4) Hat dagegen der Bergabhang auf einer Seite der Schlucht

eine größere Neigung als auf der andern, so müssen auch die Gradationsstriche zu beiden Seiten der Schluchtlinie mit dieser ungleiche Winkel machen, und zwar liegt der größere Winkel auf der Seite des steileren, der kleinere auf der des weniger geneigten Bergabhanges. Denn wenn, wie vorhin AB, Fig. 45, die Schluchtlinie, A höher als B ist, C, A, D in einer Horizontale liegen, und $\angle$ ACB $\sqsupset$ $\angle$ ADB $=$ R, so muß auch C und D gleiche vertikale Höhe über B haben. Da aber Abhang O steiler als Abhang U, so muß auch dessen Projection BD kleiner als die des letzteren BC sein. In den rechtwinkligen Triangeln ABC und ABD, welche die Seite AB mit einander gemein haben, werden daher auch die Winkel x und y, die den ungleichen Seiten CB und BD gegenüber liegen, ungleich und zwar $x \rhd y$ sein. Dem kleineren Winkel gehört aber das größere Complement, folglich $w \rhd v$.

§. 80. Nach diesen allgemeinen Regeln für die Lage der Bergstriche gegen Schluchten ꝛc. und nach den Regeln für die Entfernung der Horizontalen von einander, läßt sich für jeden Neigungswinkel der Schlucht und der Berggehänge genau der Winkel bestimmen, den die Bergstriche mit der Schluchtlinie ꝛc. machen müssen. Zur Lösung einer Aufgabe dieser Art ziehe man eine beliebig lange, gerade Linie AB, Fig. 46, beschreibe aus irgend einem Punkt C derselben um sie einen Kreis und betrachte den Diameter DE des letzteren als Projection der Schlucht. Sodann suche man im Verhältniß zur Projection der Schlucht, mit Hilfe der Verhältnißzahlen, für die Entfernungen der Horizontalen oder des Böschungsmaßstabes, nach §. 77, oder durch folgende Construction von Profils-Dreiecken, die Projection für jeden Abhang. — Man nehme nämlich die Linie ED, Fig. 46, in den Zirkel, trage sie auf eine gerade Linie AB, Fig. 47, ab, beschreibe an einem der gefundenen Punkte E den gegebenen Neigungswinkel der Schlucht, z. B. 10°, errichte im anderen Punkte D einen Perpendikel auf DE und mache ihn so lang, bis er den Schenkel EH des Neigungswinkels in H trifft, so wird derselbe den Fall (das Gefälle) der Schluchtlinie bezeichnen. Hierauf errichte man im beliebigen Punkt G einer anderen geraden Linie EG einen Perpendikel HJ, mache ihn $=$ DH und trage an den Höhenpunkt J desselben das Complement vom Neigungswinkel des einen Abhanges, z. B. 75°, wenn

Genaue Bestimmung der Winkel, welche d. Bergstr. mit der Schluchtlinie machen.

der Neigungswinkel 15° ist, und verlängere den Schenkel JE so weit, bis er die Linie GE in E schneidet, so ist EG die verlangte Projection dieses Abhanges. Auf gleiche Weise sucht man die Projection EF für den zweiten Abhang in ihrem Verhältniß zur Projection der Schlucht. — Trägt man nun endlich die auf eine oder die andere Art gefundenen Projectionen EG und EF von einem (dem tieferen) Endpunkt E der Schluchtlinie DE, Fig. 46, als Sehnen des Kreises nach beiden Seiten, so werden sie die Richtung der Bergstriche, mithin auch die Winkel DEF und DEG bezeichnen, welche die letzteren mit der Schluchtlinie machen. Will man die Größe der Winkel nach Graden wissen, so müssen sie mit dem Transporteur gemessen werden. — Der Beweis für die Richtigkeit dieses Verfahrens ist sehr einfach. Verbindet man die Endpunkte G und F der Sehnen mit dem Anfangspunkte D der Schluchtlinie, so erhält man zwei rechtwinklige Triangel DFE und DEG, weil in jedem derselben sich ein Peripheriewinkel DGE und DFE befindet, der auf dem Diameter ruht. Die den beiden Triangeln gemeinsame Hypothenuse ist die Schluchtlinie, die einen Katheten EF und EG derselben stellen die Richtung der Bergstriche, die anderen DF und DG die Richtung der Horizontalen dar. Die Bergstriche stehen also, nach §. 78, senkrecht zu den letzteren, und können, nach §. 79, nur in der angegebenen Richtung die Schluchtlinie treffen. — Dies Verfahren kann indessen, seiner Weitläufigkeit wegen, nicht überall praktisch angewendet werden. Daher ist es gerathen, sich des folgenden zu bedienen, welches, mit keiner Schwierigkeit verknüpft, und in den meisten Fällen eine hinreichende Genauigkeit gewährt. Soll z. B. die Lage der Bergstriche zur Schluchtlinie AB, Fig. 48, bestimmt werden, so verlängere man die Horizontalen CD und EB, wie GD und FB, in ihrer Richtung über die Schluchtlinie AB hinaus, und lege die Bergstriche so gegen die letztere, daß ihre Verlängerungen rechtwinklig auf die Verlängerung der Horizontalen zu stehen kommen. — — Von den meisten Zeichnern wird gegen die vorstehenden Regeln mehr aus Unachtsamkeit als aus Unwissenheit gesündigt, und doch ist die Lage der Bergstriche, gegen die Schluchten und Sohlen enger Gebirgsthäler, von großer Wichtigkeit, weil viele Thalwände nur in den Schluchten, und fast alle Gebirgsrücken nur in engen Thälern erstiegen werden können, mithin deren Neigung bekannt sein muß, wenn man über die Praktikabilität von Gebirgsterrain richtig urtheilen will.

§. 81.

§. 81. Sind aber auch die Bergstriche zu den Schluchten ꝛc. richtig gelegt, so ist es doch niemals, selbst nicht dem geübtesten Auge, möglich, sofort aus den Winkeln derselben zur Schlucht, die Neigung dieser zu erkennen, sondern man muß dort, wo es von Interesse ist, sie bestimmt zu wissen, sich zu ihrer Ermittelung einer Hilfsconstruction bedienen. Bestimmung der Neigung von Schluchten aus den Winkeln der Bergstriche m. d. Schlichtlinie ꝛc.

Man zieht nämlich eine willkürlich lange gerade Linie, AB Fig. 46, für die Schlucht, trägt an einem beliebigen Punkt E derselben die gegebenen Winkel der Bergstriche mit der Schlucht, z. B. AEJ = 113°, und AEH = 50°, und vom Scheitelpunkt E aus eine willkürliche Länge auf die Schluchtlinie nach C. Beschreibt man sodann mit CE einen Kreis um C, so durchschneidet dieser die Linie EH in G, EA in D und EJ in F, und stellt in den Sehnen GE und EF die Projection der Gehänge, und im Diameter ED die Projection der Schlucht, nach §. 80, in ihrem Verhältniß zu einander dar. — Sucht man nun zu einer der Projectionen der Gehänge, nach Anleitung des dazu gehörigen und aus dem Plane zu entnehmenden Böschungswinkels, die Höhe, z. B. von G über E, so wird diese, nach §. 74, zugleich die Höhe von D über E sein, und es, nach §§. 77 und 80, gestatten, den Böschungswinkel für die Projection ED der Schlucht zu finden. Dies kann geschehen:

1) durch den Böschungsmesser, wenn man die gefundene Höhe auf dessen Perpendikel AC, Fig. 41, trägt, durch den gefundenen Höhenpunkt p eine Parallele mit der Grundlinie AB zieht, die Projection der Schlucht in den Zirkel nimmt, dessen eine Spitze in den Durchschnittspunkt p der Parallele mit AC, die andere in die letztere einsetzt und sieht, auf welchem oder zwischen welchen Schenkeln der Böschungswinkel sie steht. Wäre es z. B. der mit 10° bezeichnete Schenkel, so würde die Schlucht sich unter 10° senken; stände die Spitze zwischen den Schenkeln für 5 und 10°, so würde die Schlucht sich unter einem Winkel neigen, der zwischen den beiden genannten liegt;
2) durch die Verhältnißzahlen, indem man ermittelt, wie oft die gefundene Höhe in der Projection der Schlucht enthalten ist. Wäre sie z. B. $5\frac{1}{2}$ mal darin enthalten, so würde sich die Schlucht zu 10° senken, denn die Entfernung der Horizontalen ist bei 10° Neigung bekanntlich $5\frac{1}{2} = \frac{1}{\frac{1}{5\frac{1}{2}}}$ mal die Höhe; wäre sie 7 mal darin enthalten,

so würde die Schlucht sich zwischen 5 und 10° senken, denn bei 5° Neigung ist die Entfernung der Horizontalen gleich 11 mal der Höhe. Oder endlich

3) durch Profilsdreiecke, wenn man die Projection der Schlucht auf eine gerade Linie, von E nach D Fig. 47, trägt, in D den Perpendikel DH gleich der gefundenen Höhe errichtet, H mit E verbindet und den Winkel HED mit dem Transporteur mißt.

Die Ermittelung des Böschungswinkels der Schlucht mit Hilfe der Verhältnißzahlen führt am schnellsten, die mit Hilfe der Profilsdreiecke am genauesten zum Zweck.

Länge der Bergstriche.

§. 82. Beim Zeichnen werden die Bergstriche von oben nach unten, d. h. von der höheren zur niederen Horizontale, der Brust des Zeichners zu, von der Linken zur Rechten, d. h. jeder links liegende vorher, der rechts liegende nachher, und so lang gemacht, als es die Geschicklichkeit der Hand irgend erlaubt; denn dabei fördert die Arbeit am besten, — aber auch so kurz, daß an den Orten, wo sie nicht parallel liegen können, ihre Mittellinien nicht zu sehr von der Parallelität abweichen, und der weiße Raum zwischen ihnen unten nicht zu merklich breiter werde. Denn dadurch würde die darzustellende Abdachung bei einerlei Neigungswinkel nicht gleiche Beleuchtung oder gleichen Schatten erhalten. Hieraus folgt, daß bei ein und derselben Zeichnung die Bergstriche bald lang, bald kurz gemacht, und die zwischen den höheren Horizontalen zuerst und die zwischen den niederen zuletzt gezeichnet werden müssen.

Zwischen-Horizontalen.

§. 83. Da man aber die Bergstriche gern von einer Horizontale zur nächsten reichen läßt, so wird man dort, wo man die Horizontalen willkürlich legen kann, dieselben auch so nahe an einander rücken, als es die Bequemlichkeit des Zeichners erfordert. An den Stellen aber, wo die Horizontalen aus irgend welchen Gründen eine sehr ferne Lage von einander erhalten müssen, legt man zwischen sie, zur Erleichterung für den Zeichner, eine untergeordnete oder Zwischen-Horizontale, und eine Lage Bergstriche von der höheren Haupthorizontale zur Zwischenhorizontale, und eine zweite Lage Bergstriche von der letzteren zur nächsten Haupthorizontale. — Die Richtung der Zwischenhorizontale muß die mittlere der Haupthorizontalen sein, zwischen welchen sie liegen. Man bestimmt sie, indem man dort, wo die Zwischenhorizontale beginnen und enden soll, z. B. in A und B, Fig. 49, dort, wo die Haupthorizontalen am entferntesten von einander, wie in E sind, und

vielleicht noch an einigen Zwischenpunkten, C und D, Perpendikel von einer Haupthorizontale auf die andere fällt, diese Perpendikel halbirt, und sodann durch die Halbirungspunkte die Zwischenhorizontalen in gekrümmter Richtung legt. — Entfernen sich die Haupthorizontalen plötzlich sehr weit von einander, so kann man auch wohl gezwungen werden, hier mehrere Zwischenhorizontalen anzuordnen. Dann theilt man, um ihnen die mittlere Richtung anzuweisen, die Perpendikel, welche ihren Anfang und ihr Ende bezeichnen und zwischen diesen Punkten liegen, in eben so viel gleiche Theile, als man Zwischenhorizontalen für nöthig erachtet, und verbindet die gleichnamigen Theilpunkte auf gleiche Weise, wie es oben angegeben ist, mit einander. — Sollen endlich zwischen Zwischenhorizontalen wieder Zwischenhorizontalen gelegt werden, ein Fall, der an den schmalen und flacheren Seiten langgestreckter Berge oder Bergrücken oft vorkommt, so sieht man die ersten Zwischenhorizontalen als Haupthorizontalen an, und giebt den neuen Zwischenhorizontalen die mittlere Richtung jener.

Formveränderung der Bergstriche.

§. 84. Nach der Lehmannschen Theorie sollen die Bergstriche sowohl, als ihre weißen Zwischenräume, Rechtecke sein; allein in der Praxis ist das nur dort ausführbar, wo die Horizontalen in gerader Linie und parallel mit einander fortlaufen. Sind die Horizontalen, wie in den meisten Fällen, gekrümmt, mithin von ungleicher Größe, und müssen die rechteckigen Bergstriche eine gewisse Länge erhalten, so wird die Abweichung ihrer weißen Zwischenräume von der Form eines Rechtecks ziemlich merklich, und auch die Mengung von Schwarz und Weiß in der Nähe der unteren Horizontale eine ganz andere sein, als an der oberen. Da nun aber die Mengung von Schwarz und Weiß bei einerlei Neigung unverändert dieselbe bleiben soll, so müssen auch dort, wo die weißen Zwischenräume verhältnißmäßig zu groß werden würden, die Bergstriche die Rechtecksform verlassen, und eben so keilförmig werden, wie die weißen Zwischenräume. Nur hierdurch allein kann, bei gleichmäßiger Neigung, zwischen ungleich gekrümmten Horizontalen eine gleichmäßige Mengung von Schwarz und Weiß behauptet werden. — Es kann indessen auch vorkommen, daß bei Darstellung eines convexen oder concaven Berges, der alle Böschungswinkel von 0 bis 45° durchläuft, eine Horizontale 5 verschiedene Böschungswinkel, z. B. von 0 bis 5, von 6 bis 10, von 11 bis 15° ꝛc. umfaßt, und daß mithin, um ein rich-

tiges Mengungsverhältniß von Schwarz und Weiß zu erzielen, die Striche an Breite entweder zu- oder abnehmen müssen. Ueberhaupt wird dies in der Zeichnung allemal dann nöthig werden, wenn nicht stetig geböschte Bergflächen darzustellen sind. Denn da, wo die Böschungswinkel sich verändern, zeigen sich in der Natur nur höchst selten scharfe Kanten, vielmehr geht eine Neigung so allmählig in die andere über, daß es schwer wird, die Linien scharf zu bestimmen, wo der Wechsel eintritt. Es muß daher auch in der Zeichnung ein fast unmerklicher Uebergang von einem Mengungsverhältniß zum andern durch ein allmähliges Schmäler- oder Breiterwerden erzeugt werden. Sollte z. B. ein convex-concaver Bergabhang, Fig. 50, gezeichnet werden, dessen Abhang sich ganz sanft zu neigen beginnt, allmählig bis zu 20° steiler wird, sich dann wieder verflacht und ganz allmählig in die Thalsohle verläuft, so würden die Bergstriche an der Horizontale a ganz fein, kaum sichtbar, beginnen, an der Horizontale b aber schon eine solche Stärke erreichen müssen, daß sie zu ihrem weißen Zwischenraum, nach Lehmann, im Verhältniß von 1 : 8, nach v. Müffling in dem von 1 : 9 stehen. An der Horizontale b würden sie in diesem Mengungsverhältniß wieder beginnen, aber, allmählig dicker werdend, an der Horizontale c im Verhältniß von 2 : 7 oder 2 : 8, an der Horizontale d im Verhältniß von 3 : 6 oder 3 : 7 stehen müssen. Die zwanziggradige Strichlage zwischen den Horizontalen d und e grenzt ober- und unterhalb mit 15°, die einzelnen Gradationsstriche müssen also an der Horizontale d im Verhältniß von 3 : 6 oder 3 : 7 beginnen, in der Mitte beider Horizontalen am stärksten sein und zu ihrem Zwischenraum im Verhältniß von 4 : 5 oder 4 : 6 stehen, an der Horizontale e aber wieder zum vorigen Verhältniß von 3 : 6 oder 3 : 7 zurückkehren. Von dieser Horizontale an werden sie allmählig feiner, so daß sie an der Horizontale f nur noch im Verhältniß von 2 : 7 oder 2 : 8, an der Horizontale g in dem von 1 : 8 oder 1 : 9 stehen und endlich an der Horizontale h kaum sichtbar aufhören. — Es läßt sich also als Regel feststellen:

1) daß die Bergstriche beim Ansatze eben so stark gemacht werden müssen, wie die Striche der oberen Lage endeten, und dergestalt zu- oder abnehmend fortzuführen sind, daß an der nächsten Horizontale die Beleuchtung oder Schwärze herauskommt, in der die nächstfolgende Strichlage beginnen muß;

2) daß, wo der Abfall unmerklich beginnt oder aufhört, auch die Bergſtriche in der erſten Horizontale kaum ſichtbar anfangen, in der letzten kaum ſichtbar aufhören müſſen;

3) daß, wo der Bergabfall mit einer ſcharfen Kante beginnt, oder auf ihm eine ſolche vorkommt, die Bergſtriche in der vollen Schwärze der Neigung, die ſie ausdrücken ſollen, angeſetzt und, wenn der Abfall ſteil einfallend endet, auch die Bergſtriche in der vollen Schwärze ihrer Gradation enden müſſen. Endlich

4) daß, wenn in der Mitte zwiſchen zwei Horizontalen die ſtärkſte Neigung einer Gradationsabtheilung liegt, oder die Bergſchicht einen concaven Gürtel bildet, die Bergſtriche in der Mitte ihrer Länge ſtärker als an ihren beiden Enden werden müſſen.

Aber auch nicht überall können die Bergſtriche gerade ſein. Sie ſollen rechtwinklig von der oberen Horizontale ausgehen und rechtwinklig auf der unteren ſtehen. Wie wollen gerade Bergſtriche dieſe Bedingung erfüllen, wenn die Horizontalen weder gerade noch parallel fortlaufen, noch concentriſche Kreiſe bilden? Sie würden entweder rechtwinklig von der oberen Horizontale ausgehen und ſchiefwinklig die untere treffen, oder umgekehrt, an der unteren rechtwinklig enden und an der oberen ſchiefwinklig beginnen. Da beides aber, nach §. 78, nicht ſein darf, ſo bleibt kein anderes Mittel übrig, als die Gradationsſtriche auf dem Wege von der oberen zur unteren Horizontale gleichmäßig zu krümmen, und dies entſpricht auch dem Zuge des abfließenden Gewäſſers von der Höhe zur Tiefe auf wechſelnd geböſchten Berglehnen. Wir haben alſo für die Bergſtriche dreierlei Hauptformen:

1) rechteckige, zuſammenhängende, geriſſene oder getheilte, und gleich ſtarke geſchlängelte Bergſtriche, Fig. 51;

2) keilförmige, die oben ſpitz und unten breit, oben breit und unten ſpitz, oder oben und unten ſpitz und in der Mitte breit, und wieder zuſammenhängend, getheilt oder geſchlängelt ſein können, Fig. 52 und Fig. 50, zwiſchen den Horizontalen d und e;

3) gekrümmte oder Schwungſtriche, die entweder gleiche Breite oder eine den Keilſtrichen ſich annähernde Form haben, und zuſammenhängend, getheilt oder geſchlängelt ſein können, wie Fig. 53.

Prüfung von Bergzeichnungen.

§. 85. Nach den in den vorstehenden §§. gegebenen Regeln für die Beleuchtung schiefer Flächen, die Entfernung der Horizontalen von einander, die Lage der Bergstriche gegen die Horizontalen und Wasserfurchen, die Formveränderung der Bergstriche ꝛc., kann es nicht schwer fallen, die Zeichnung irgend eines Bergterrains zu prüfen, und daraus zu erkennen, ob der Aufnehmer und Zeichner dasselbe richtig auffaßte und wiedergab. Denn ist das Bergterrain richtig dargestellt, so müssen:

1) die Bergstriche stets gleich weit von Mitte zu Mitte von einander entfernt, bei gleichen Böschungswinkeln von gleicher, bei wechselnden von verhältnißmäßig zu- oder abnehmender Stärke, und so gezeichnet sein, daß überall das richtige Mengungsverhältniß von Schwarz und Weiß herauskommt, jeder Strich rechtwinklig auf den Horizontalen und unter schiefen, den Abfällen und der Senkung der Wasserfurchen und Schluchten angemessenen Winkeln, gegen die letzteren steht;
2) die Horizontalen, nach den verschiedenen Gradationen und dem in §. 76 angegebenen Verhältniß, sich entweder nähern oder von einander entfernen;
3) die von gleichen Horizontalen begrenzten Bergschichten überall gleiche Höhe haben, man mag diese ermitteln, wo man will;
4) muß sich der Wasserzug aus der Zeichnung sogleich erkennen lassen, und nirgend, wenn die Horizontalen, oder die Bergstriche und Wasserfurchen ꝛc. von der Höhe zur Tiefe verfolgt werden, eine Unnatürlichkeit oder eine Stelle finden lassen, wo kein Abfluß Statt findet, oder gar das Wasser bergauf fließen müßte, wenn es die dafür bezeichnete Bahn verfolgen wollte;
5) müssen die Bergstriche, welche die Thalwände eines fließenden Gewässers darstellen, nach ein und derselben Richtung, und zwar mit dem Wasserzuge, und nicht etwa so gelegt sein, daß sie demselben widerstreben oder auf beiden Ufern eine sich entgegengesetzte Richtung, d. h. auf dem einen mit dem, auf dem andern gegen den Wasserzug haben;
6) die Höhenrücken, die Wasserscheidungslinie und der Zusammenhang des Terrains (§. 130—132) überhaupt müssen deutlich aus der Zeichnung erkannt werden können, und an keiner Stelle der letzteren Zweifel

über die relative Höhe und Tiefe (§. 133) der Terrainunebenheiten entstehen. Endlich müssen

7) die Bergkuppen, die in einem flachen Terrain gewöhnlich eine convexe Form haben, und sehr allmählig von der sanftesten Abdachung zu einer immer stärkeren Neigung übergehen, auch demgemäß, wie in Fig. 54, und nicht etwa gleich anfänglich mit starken Strichen, wie abgestumpfte oder scharfe Kegel dargestellt, sondern so gezeichnet werden, daß die Bergstriche am höchsten Punkt kaum sichtbar beginnen, und erst weiter abwärts nach und nach stärker werden; eine Regel, gegen welche sehr oft gefehlt wird.

Bestimmung d. Entfernung von Orten aus einem Plane.

§. 86. Ist ein Plan richtig gezeichnet, so muß er auch gestatten, daß aus ihm, nächst der absoluten oder horizontalen Entfernung, überall die senkrechte, wahre, örtliche und praktikable Entfernung (s. weiter unten §. 134) zweier Orte von einander ermittelt werden könne. Da aber der Plan die Unebenheiten des Bodens in ihrer Projection giebt und mithin, wie bereits §. 58 bemerkt wurde, nur die horizontale (h) Entfernung mit dem verjüngten Maßstabe unmittelbar entnommen werden kann, so wird in den meisten Fällen, zur Ermittelung der anderen Entfernungen, eine Profilzeichnung nöthig sein. Indessen kann auch in einigen Fällen die senkrechte (s) Entfernung, Fig. 55, unmittelbar aus der horizontalen und dem Böschungswinkel (b), und eben so die wahre (w) Entfernung aus der horizontalen und senkrechten berechnet werden. Denn da die horizontale, senkrechte und wahre Entfernung stets einen rechtwinkligen, in einer Vertikalebene liegenden Triangel bilden, dessen beide Katheten von der horizontalen nnd vertikalen und dessen Hypothenuse von der wahren Entfernung gebildet werden, so bestimmen sie sich gegenseitig. Es ist also:

$s = \text{tang. b}$, wobei $h = \text{Radius}$ in Rechnung kommt.

$$w = \sqrt{h^2 + s^2}$$

$$h = \sqrt{w^2 - s^2}$$

$$s = \sqrt{w^2 - h^2}$$

Zeichnung v. Profilen nach Plänen.

§. 87. Die Linie, nach welcher eine Profilzeichnung entworfen werden soll, kann eine zwiefache Richtung haben:

1) mit den Bergstrichen in ein und derselben Richtung liegen, oder

2) die Bergstriche unter irgend einem Winkel durchschneiden.

Sehr häufig, ja meistens wird letzteres der Fall sein, oder die

zu profilirende Linie von einer Richtung zur andern übergehen, namentlich dann, wenn die Orte, deren Entfernung ermittelt, oder zwischen welchen das Profil des Terrains gezeichnet werden soll, sehr entfernt von einander liegen. Betrachten wir beide Fälle.

1. In der Richtung der Bergstriche.

1) Liegt die Linie, nach welcher das Profil gezeichnet werden soll, AB Fig. 54, in der Richtung der Bergstriche, so wird dieselbe zunächst auf dem Plane ausgezogen, und ihr Anfangs- und Endpunkt, wie jede Stelle zwischen beiden, wo ein anderer Böschungswinkel eintritt, die Kuppe eines Berges beginnt oder aufhört, auf der die zu profilirende Linie von einer Wasserfurche, einer Schlucht, einem fließenden oder stehenden Gewässer ꝛc. durchschnitten wird, mit Buchstaben a, b, c, d, e u. s. w. bezeichnet. Sodann zieht man unter dem Plane, auf einer Seite desselben, oder wo man sonst will, eine gerade Linie, A'B', als Grundlinie des Profils, trägt alle jene bezeichneten Punkte des Planes, nach ihren horizontalen Entfernungen von einander, auf dieselbe, und errichtet in ihnen, jedoch nicht im Anfangspunkt A', Perpendikel. — Hierauf sucht man für die Projection Aa des Grundrisses die Höhe von a über A. Sie ergiebt sich aus dem in den Grundriß eingetragenen Neigungswinkel und der Entfernung der Horizontalen, und wird entweder durch unmittelbare Theilung der letzteren, oder mit Hilfe des Böschungsmaßstabes gefunden. Durch unmittelbare Theilung, wenn man die Entfernung der Horizontalen von einander in 11 gleiche Theile zerlegt, und so viele derselben nimmt, als der Nenner der Verhältnißzahl für die Entfernung der Horizontalen angiebt. Denn wäre z. B. der Neigungswinkel 5°, so ist, nach §. 76, bekannt, daß für diesen Winkel die Höhe 11 mal genommen die Entfernung der Horizontalen von einander giebt, mithin wäre auch $\frac{1}{11} \cdot Aa = \frac{Aa}{11}$ die Höhe von a über A. — Aa müßte also in 11 gleiche Theile zerlegt, und einer dieser Theile als Höhe genommen werden. — Oder ist der Neigungswinkel, wie im vorliegenden Falle, 20°, so giebt (nach §. 76) die Höhe, $2\frac{3}{4} = \frac{11}{4}$ mal genommen, für diesen Winkel die Entfernung der Horizontalen. Die gesuchte Höhe von a über A wird also gefunden, wenn die Entfernung der Horizontalen Aa in 11 gleiche Theile zerlegt und 4 derselben genommen werden. Da indessen bei so geringer Entfernung der Horizontalen von einander, die Theilung, bei der Mangelhaftigkeit unserer Instru-

mente, sehr schwierig und ungenau werden muß, so ist es besser, wenn dieselbe so oft, als der Nenner der Verhältnißzahl anzeigt, hier also 4 mal, auf eine gerade Linie getragen, die hierdurch erhaltene Länge in 11 gleiche Theile zerlegt wird, deren einer dann die gesuchte Höhe ist. Es ist demnach die Höhe von a über $A = \frac{4 . Aa}{11}$. — — Durch den Böschungsmaßstab, wenn man, nach §. 77, 2) die gegebene Projection Aa vom Scheitelpunkt A des Böschungsmaßstabes, Fig. 41, auf dessen Grundlinie trägt, im gefundenen Punkt 1 einen Perpendikel errichtet, und denselben bis r zum Schenkel des Winkels verlängert, der gleiche Gradzahl mit dem im Grundriß angegebenen Böschungswinkel hat. Es ist demnach 1r, Fig. 41, die verlangte Höhe von a über A. — — Die auf eine oder die andere Art gefundene Höhe trägt man von der Grundlinie des Profils aus auf den ersten Perpendikel a'; sucht auf gleiche Weise die Höhe für die Projection ab, setzt diese zu der vorher gefundenen hinzu, und trägt die Summe beider Höhen auf den zweiten Perpendikel b'. Ganz ebenso verfährt man mit den Projectionen bc und cd, setzt die gefundene Höhe stets zur ganzen des vorhergehenden Perpendikels hinzu und trägt die erhaltenen Summen der Höhen auf die folgenden Perpendikel c' und d'. — Im Grundrisse bezeichnet d den Anfang und e das Ende der Kuppe. Da beide Punkte aber in gleichem Niveau liegen, so muß auch im Profil der Perpendikel d' = Perpendikel e' sein. Es wird daher die gefundene Höhe auf den letzteren übertragen. Von e an fällt das Terrain. Es wird also auch, sobald die Höhe von e über f gefunden ist, dieselbe von der vorhergehenden ganzen Höhe des Perpendikels e' abgezogen und auf den Perpendikel f' nur die Differenz beider Höhen getragen werden müssen. — Von f an steigt das Terrain abermals bis g, weshalb die für die Projection fg gefundene Höhe mit der zuletzt erhaltenen summirt werden muß, bevor sie auf den Perpendikel g' getragen werden kann. Perpendikel g' ist wieder gleich Perpendikel h', wegen der Kuppe, und jeder folgende Perpendikel, i', k', l', B', um die Höhe der Projection des zwischen ihnen liegenden Bergabschnitts kleiner, als der jedesmal vorhergehende Perpendikel. — Sind die Längen sämmtlicher Perpendikel bestimmt, so vollendet man das Profil, indem man die Höhenpunkte jener durch eine feine Linie und zwar so verbindet, daß sich nirgend ein scharfer Winkel, sondern überall — wie auf dem Terrain — Rundung zeigt. In-

dessen erleidet diese Regel dort Ausnahmen, wo Schluchten oder Thalwände jäh abstürzen, ein Abhang plötzlich sehr steil wird, wo Kämme, grätige Rücken oder Kanten vorkommen; denn auch die letzteren Formen müssen, wie im Grundrisse, so auch im Profil ausgedrückt werden.

Ist die beschriebene Art und Weise der Profilzeichnung auch höchst einfach, so erscheint sie doch manchem Anfänger schwieriger als die folgende. Nachdem man wie vorhin die Grundlinie des Profils A′B″ Fig. 54. II. gezogen, auf dieselbe die Projection Aa von A′ nach a′ getragen, diesen Punkt durch einen feinen Zirkelstich bezeichnet und darin einen Perpendikel errichtet hat, ermittelt man die Höhe von a über A entweder durch Theilung oder durch den Böschungsmaßstab, trägt sie auf den Perpendikel von a′ nach a″, verbindet die Punkte A′ und a″ durch eine feine Linie und legt durch a″ eine Parallele (Horizontale) mit der Grundlinie des Profils. Hierauf bringt man vermittelst des Zirkels die Entfernung ab vom Grundrisse auf jene Parallele, so daß a″ b′ = ab, sucht wieder die Höhe von b über a, bringt sie auf den in b′ errichteten Perpendikel von b′ nach b″, verbindet a″ mit b″ durch eine feine Linie und legt durch b″ eine Parallele mit A′B″. In gleicher Weise fährt man fort, bis die Parallele durch den Punkt d″ gezogen ist, auf welche zunächst die Ausdehnung der Kuppe de und sodann vom Punkte e′ aus die Projection ef getragen wird. Da sich nun das Terrain von e bis f senkt, so fällt man auch den Perpendikel für die vertikale Entfernung des Punktes e von f, aus f′ unter die Parallele nach f″ hinab und verbindet sodann e′ mit f″ — von f an steigt abermals das Terrain, man wird demnach, wenn auf die durch f″ gezogene Horizontale die Entfernung fg getragen ist, in g′ wieder den Perpendikel g′ g″, für die Höhe von g über f, errichten, durch g″ eine Horizontale legen, demnächst die Entfernung gh und hi, von g″ nach h′ und von h′ nach i′ abtragen, und da sich abermals das Terrain von h bis B senkt, von der letzteren wie von allen folgenden Horizontalen die Perpendikel für die Punkte k, l, und B des Grundrisses hinab fällen.

Es ergiebt sich leicht, daß beide Arten der Profilzeichnung, wenn kein Verstoß gegen die Genauigkeit begangen wird, ein und dasselbe Resultat geben müssen, daß jedoch bei der letzteren viel leichter Fehler entstehen können, weil mehr Linien gezogen, und immer wieder von neuem Lineal und Dreieck angelegt werden

müſſen, als bei der erſteren, in der alle Perpendikel mit einem Mal errichtet, und dadurch viel Mühe und Zeit erſpart wird.

2) Durchſchneidet die zu profilirende Linie CD die Richtung der Bergſtriche, ſo bezeichnet man wiederum deren Anfangs- und Endpunkt und nicht nur die Zwiſchenpunkte, wo ein Gradationswechſel eintritt, die Kuppe eines Berges beginnt und aufhört, die zu profilirende Linie von einer Waſſerfurche ꝛc. durchſchnitten wird, ſondern auch die Punkte, auf denen die Bergſtriche ſenkrecht zu derſelben ſtehen, durch Buchſtaben. Alle dieſe Punkte trägt man ſodann nach ihren Entfernungen von einander auf die Grundlinien C′D′ des Profils III und errichtet in ihnen Perpendikel. — Aus dem Grundriſſe ergiebt ſich, daß die Punkte m und p auf der ebenen Thalſohle eines Flüßchens liegen, von der das Terrain nach beiden Seiten aufſteigt. Von ihnen aus wird man daher am bequemſten die Profilzeichnung beginnen. — Entwerfen wir zuerſt das Profil für die Höhe D auf dem linken Ufer des Baches, ſo handelt es ſich zunächſt darum, die Höhe von n über m zu finden. Dieſe ergiebt ſich aber, wie bekannt, aus dem im Grundriſſe gezeichneten Böſchungswinkel und der Entfernung der Horizontalen von einander. Die letztere darf jedoch nicht in der Richtung der zu profilirenden Linie mn, ſondern nur in ſenkrechter Richtung zu beiden Horizontalen oder in der Richtung des Bergſtrichs gemeſſen werden, der vom Punkte n in der oberen Horizontale ausgeht und die untere ſenkrecht in n′ trifft. Da nun der Neigungswinkel 15° iſt, ſo iſt auch die Höhe von n über $m = \frac{3 \cdot nn'}{11}$. Iſt die letztere auf dieſe Weiſe oder mit dem Böſchungsmaßſtabe gefunden, ſo trägt man ſie auf den Perpendikel n″ der Grundlinie des Profils III, ſucht ſofort die Höhe von o über $n = \frac{2 \cdot oo'}{11}$, ſetzt ſie zu der vorgefundenen Höhe hinzu und trägt die Summe beider Höhen $\frac{3 \cdot nn' + 2 \cdot oo'}{11}$ auf den Perpendikel o″ des Profils. Auf gleiche Weiſe ermittelt man die Höhe von D über $o = \frac{DD'}{11}$, rechnet ſie zu der des Perpendikels o″ uud trägt die ganze Summe $= \frac{3 \cdot nn' + 2 \cdot oo' + DD'}{11}$ auf den Perpendikel des Profils. — Gehen wir zum rechten Ufer des Fluſſes über, ſo liegt die zu profilirende Linie von p bis s in der Richtung der Bergſtriche, während ſie von t bis C dieſelbe durchſchneidet. Mithin wird die

2) Die Richtung d. Bergſtriche durchſchneidend.

Profilzeichnung für den Bergabfall ap ganz auf die oben unter 1 angegebene Weise entworfen. Es ist also auch

Perpendikel $q'' = \frac{8 \cdot pq}{11}$

— $r'' =$ Perpendikel $q'' + \frac{6 \cdot qr}{11}$

— $s'' =$ — $r'' + \frac{2 \cdot rs}{11}$

— $t'' =$ — $s''$, weil beide einer Kuppe angehören.

Da aber von t an die zu profilirende Linie wieder die Richtung der Bergstriche durchschneidet, so kann die Lage der mit Buchstaben bezeichneten Punkte unter und über einander nicht nach der Entfernung der Horizontalen in der Richtung der zu profilirenden Linie, sondern nur nach der in der Richtung der Bergstriche ermittelt werden. Es ist also, weil das Terrain fällt:

Perpendikel $u'' =$ Perpendikel $t'' - \frac{t't}{11}$

Die Punkte u und w liegen gleich hoch, weil sie sich in einer Horizontale befinden, mithin ist auch Perpendikel $w'' =$ Perpendikel $u''$. Der Punkt v zwischen beiden, in dem die profilirende Linie den Bergstrich rechtwinklig durchschneidet, liegt aber höher, weil er oberhalb der Horizontale jener Punkte liegt. Seine Höhe ergiebt sich aus seiner senkrechten Entfernung vv' von derselben und dem Böschungswinkel von 5°. Es ist also

Perpendikel $v'' =$ Perpendikel $u'' + \frac{vv'}{11}$

Von w an, lassen sich die verschiedenen Höhen der bezeichneten Punkte ganz so, wie wir es so eben beschrieben haben, finden; doch müssen die Höhen der Bergschichten von w bis y, und von d bis C, wegen der Senkung des Terrains, vom vorhergehenden Perpendikel abgezogen, von y bis d, wegen der Erhebung des Terrains, zu den vorgefundenen Perpendikeln hinzugezählt werden. Es ist also:

Perpendikel $x'' =$ Perpendikel $w'' - \frac{2 \cdot xx'}{11}$

— $y'' =$ — $x'' + \frac{3 \cdot yy'}{11}$

— $z'' =$ — $y'' + \frac{4 \cdot zz'}{11}$

— $d =$ — $z'' + \frac{3 \cdot z'e}{11}$ u. s. w.

Sind endlich die Längen aller Perpendikel gefunden, von denen der in C unter die Grundlinie des Profils hinabreicht, weil C tiefer als p liegt, so vollendet man das Profil, indem man den Anfangspunkt m mit allen Höhenpunkten der Perpendikel auf dem linken Flußufer, und den Anfangspunkt p mit allen Höhenpunkten der Perpendikel und dem Endpunkt des Profils auf dem rechten Flußufer, durch eine feine Linie, wie vorher beim Profil I, verbindet. *) — —

Welche Genauigkeit Profilzeichnungen gewähren.

§. 88. Welchen Grad der Genauigkeit in der Darstellung von Terrainformen Profilzeichnungen gewähren, ergiebt sich sehr leicht, wenn man in Betracht zieht, daß ihr vornehmlich zwei Dinge entgegen wirken.

1) Die Böschungswinkel sind im Grundrisse nur von 5 zu 5 Grad zu erkennen, der Böschungsmaßstab und das Projectionsverhältniß ist nur für diese Grade berechnet. Es können also nur dort Perpendikel von richtiger Länge gefunden werden, wo der Böschungswinkel volle 5, 10, 15 ..... 45° hat, und mithin sind im Neigungswinkel Differenzen von 4° möglich.

2) Die Entfernung der Horizontalen ist in der Regel so gering, daß es höchst schwierig wird, die dazu gehörige Höhe genau entweder vom Böschungsmaßstabe abzugreifen oder durch unmittelbare Theilung der Projection zu gewinnen. Je kleiner der Maßstab des Plans ist, je kürzer mithin die Projectionen der verschiedenen Bergschichten oder ge-

*) Führt die zu profilirende Linie über keine Bergkuppe hinweg, wie ER Fig. 54, so werden sich dennoch, wie im Profil IV, kuppenartige Erhebungen dort darstellen, wo sie im Grundrisse die Bergstriche rechtwinklig durchschneidet, weil sie an diesen Stellen über die in ihrer Richtung liegenden höchsten Punkte des Terrains fortläuft. — Sind die Horizontalen auf der Terraindarstellung noch vorhanden, oder doch leicht mit Bleistift zu zeichnen, so läßt sich, falls die zu profilirende Linie ein und dieselbe Horizontale zwei oder mehrere Mal berührt, die Anfertigung des Profils sehr abkürzen, wenn man die für jene Horizontalen gefundenen Höhen, sogleich auf alle Perpendikel trägt, welche bis zu ihnen empor reichen; denn alle Punkte einer Horizontale liegen nach §. 74 gleich hoch. Wäre z. B. die Richtung ER zu profiliren, so würden die Punkte F und H; E, J und L; M und Q, und N und P gleich hoch liegen. Man dürfte mithin, wenn man vom tiefsten Punkt O die Arbeit begönne, nur die Längen der Perpendikel N′ M′ L′ H′ bestimmen, um auch die für die Punkte Q′ P′ E′ J′ und F′ gefunden zu haben.

neigten Flächen werden, deſto größer ſind auch die Fehler, und deſto unzuverläſſiger die Profilzeichnungen.

Deſſenungeachtet gewähren ſie ein nicht zu verwerfendes Mittel zur richtigen Würdigung einer uns vorliegenden Situationszeichnung; auch ſind ſie immer noch genau genug, um uns in vielen Fällen ein anſchaulicheres Bild von dem Relief des Terrains zu gewähren, als der bloße Grundriß uns darzubieten vermag; ja ſie ſind ſogar oft unentbehrlich, z. B. bei Beſtimmung der praktikablen Entfernungen, des Geſichtskreiſes, der relativen Höhen entfernt von einander gelegener Punkte u. ſ. w.

Beſtimmung des Geſichtsfeldes.

§. 89. Ein geübtes Auge wird die Grenzen des Geſichtsfeldes von irgend einem gegebenen Terrainpunkt aus, ſchon nach dem Plan ziemlich richtig beurtheilen können, denn mit dem erſten Blick erkennt man z. B., daß aus dem Punkte d Fig. 54, Niemand über die Höhe g h hinweg und eben ſo wenig die Punkte A und C ſehen kann. Stoßen aber nach anderen Richtungen hin Bedenken auf, ſo ſind die Zweifel leicht zu löſen, wenn man von dem bezeichneten Punkt aus in jenen Richtungen Profilzeichnungen entwirft, und über dieſe Sehelinien zieht. Geſetzt, man wollte genau wiſſen, wie weit man in den Richtungen d B und d D, und was man in den Richtungen d A und d C von den Bergabhängen ſehen, und welche innerhalb der Schußweite gelegene Punkte man von der Kuppe de aus beſchießen könne, ſo würde man nur, wenn die Profile I und III gezeichnet ſind, vom Punkte d aus die Sehelinie ST, SU, SV, und SW ziehen dürfen, um darüber vollſtändig im Klaren zu ſein. — Wie wichtig es aber für militairiſche Unternehmungen iſt, und wie ſehr es das Geſchäft des Recognoscirens erleichtert, wenn man z. B. bei Auswahl von Poſitionen nach dem Plane im Voraus beurtheilen kann, in welcher Richtung der angreifende Feind jener Stellung ſich gedeckt nähern; an welchen Orten wir unſere Truppen, ſeinem Auge entzogen, aufſtellen, oder verdeckt ſeinen Umgehungen begegnen können; welche Terrainpunkte unſer Geſchütz- und Infanteriefeuer raſant beſtreichen kann, ſpringt ſelbſt redend in die Augen. Freilich wird kein Officier nach bloßer Anſchauung eines Situationsplans eine Truppenſtellung definitiv anordnen, allein es iſt ſchon von hoher Wichtigkeit, wenn er die dazu wahrſcheinlich geeigneten Punkte vorläufig auswählen und einer ſpätern genauen Beſichtigung an Ort und Stelle das Weitere überlaſſen kann. — Eben ſo kann das Studium von Schlachten und Gefechten nach genauen Plänen aus der Beſtimmung des Ge-

sichtsfeldes so manche Vortheile, vornehmlich bei Beurtheilung der Angriffs- und Vertheidigungsmaßregeln, ziehen. Das Urtheil bildet sich durch Beurtheilung des Gesichtsfeldes nach Plänen aus, und derjenige, der hierin geübt ist, viele Profile gezeichnet und mit dem Grundriß sorgsam verglichen hat, wird auch die letzteren, das Relief des durch sie dargestellten Terrains, und dieses selbst viel besser für militairische Zwecke zu würdigen verstehen, ja mit ganz anderen Augen ansehen, als derjenige, dem eine solche Uebung mangelt.

Ermittelung relativer Höhen.

§. 90. Nicht minder wünschenswerth, wie die Bestimmung des Gesichtsfeldes, ist in manchen Fällen die der relativen Höhen gewisser Terrainpunkte nach Plänen. Sie kann auf doppeltem Wege geschehen:

1) indem man Profilzeichnungen entwirft und dann die bezeichneten Höhen mittelst des Maßstabes mißt, in welchem das Profil gezeichnet ist, oder
2) wenn man sofort die Höhen mittelst der bekannten Zahlen für das Projectionsverhältniß berechnet.

Das letztere Verfahren ist dem ersteren bei weitem vorzuziehen, weil es viel schneller zum Zwecke führt und keine mühevollen, zeitraubenden und von Fehlern niemals ganz zu säubernde Profilzeichnungen nöthig macht, obwohl es auch, wie wir sehen werden, seine Gebrechen hat. — Sollte z. B. die Höhe der Kuppe g h über der Thalsohle des Punktes B gefunden werden, so nehme man den Horizontal-Abstand der ersten Horizontale l vom Fuße B des Abhanges, sodann den der zweiten k von der ersten Horizontale l, den der vierten i von der zweiten k (weil zwischen beiden der Böschungswinkel sich nicht verändert) und endlich den der Kuppe h von der vierten Horizontale i in den Zirkel, messe wie viel Ruthen oder Fuß jeder dieser Abstände nach dem zum Plane gehörigen Maßstabe enthält und suche zu den jetzt in Zahlen ausgedrückten Projectionen der Bergschichten mit Hilfe der Verhältnißzahlen die Höhe, so wird die Summe der letzteren die verlangte Höhe der Kuppe über der Thalsohle sein. Z. B.

Ist Bl = 10 Rthn.; der Böschungsw. = 20 Grad,
so liegt l über B = $10 . \frac{4}{11} = \frac{40}{11} = 3° 6' 3'' = 36' 3''$
Ist kl = 15 Rthn.; der Böschungsw. = 15 Grad,
so liegt k über l = $15 . \frac{3}{11} = \frac{45}{11} = 4° 0' 9'' = 40' 9''$
Ist ik = 57 Rthn.; der Böschungsw. = 10 Grad,
so liegt i über k = $57 . \frac{2}{11} = \frac{114}{11} = 10° 3' 3'' = 103' 3''$
Ist hi = 22 Rthn.; der Böschungsw. = 5 Grad,
so liegt h über i = $20 . \frac{1}{11} = \frac{20}{11} = 1° 8' 2'' = 18' 2''$
Also h über B = 198' 7''

Sollte ferner die Höhe der Kuppe de über B ermittelt werden, so würde man, weil das Terrain von g bis f fällt, von f bis e aber wieder steigt, von der für h gefundenen Höhe die Fußanzahl abziehen müssen, um welche f tiefer als g, und zu der ermittelten Differenz wieder die Fußanzahl addiren müssen, um welche e höher liegt als f. — Bringt man dort, wo das Terrain fällt, die Zahl der Fuße, um welche ein Punkt tiefer liegt als der andere, mit minus, und da, wo es steigt, die Zahl der Fuße, um welche ein Punkt höher liegt als der andere, mit plus in Rechnung, so löst sich zuletzt die ganze Aufgabe durch eine Addition positiver und negativer Zahlen. Z. B. Wir fanden vorhin für die Höhe von h über B . + 198' 7''
Ist gf = 50 Rthn.; der Böschungsw. = 5 Grad,
so liegt f unter g = $50 . \frac{5}{11} = \frac{250}{11} = 4° 5' 4'' = - 45' 4''$
Ist fe = 19 Rthn.; der Böschungsw. = 5 Grad,
so liegt e über f = $19 . \frac{5}{11} = \frac{95}{11} = 1° 7' 3'' = + 17' 3''$
folglich ed über B = + 170' 6''

Auch hätte man sagen können, von g fällt das Terrain 50° weit bis f, von f steigt es dagegen 19 Ruthen bis e unter gleicher Böschung, es hat also auf 50 — 19 = 31 Ruthen eine Senkung zu 5°; es muß mithin
e unter g liegen = $31 . \frac{5}{11} = \frac{155}{11} = 2° 8' 1'' = - 28' 1''$
da nun h über B . . . . . = + 198' 7''
so ist ed über B = + 170' 6''

Schreibt man die gefundenen Höhen auf den Plan, so bezeichnet man den Punkt B, von dem man bei der Rechnung ausging, mit o, sämmtliche Punkte, die höher liegen, mit + vor der Zahl, ihrer Höhe und sämmtliche Punkte, die tiefer liegen, mit — vor der Zahl, welche angiebt, um wie viel Fuß sie tiefer liegen als der Nullpunkt. *)

*) Sind auf dem Plane die Horizontalen noch vorhanden, oder können sie leicht mit Bleistift eingezeichnet werden, so kann man bei

§. 91. Die Höhenbestimmungen nach Plänen sind zwar stets sehr unsicher, weil: Würdigung der Höhenbestimmungen nach Plänen.

1) die Verhältnißzahlen nicht ganz genau,
2) nur von 5 zu 5° und eben so wenig für die dazwischenliegenden Grade berechnet sind, als diese auf dem Plane genau angegeben werden,
3) kann die Entfernung der Horizontalen von einander nicht immer bis zur Genauigkeit von Fuß, niemals bis zu der von Fußtheilen vom verjüngten Maßstabe abgegriffen werden,

allein dennoch bleiben sie dort von Werth, wo man einen allgemeinen, aber genaueren Ueberblick, als den, welchen das bloße Anschauen des Planes gewährt, über das Relief einer Gegend gewinnen will. Die Fehler, die bei der Höhenbestimmung eines Punktes entstehen, kommen eben so bei der eines anderen vor, und gleichen sich dadurch, im Allgemeinen genommen, gegenseitig aus. In der Regel erhält man größere Höhen und einen bedeutenderen Wechsel von Höhen und Tiefen, als das Terrain in der Wirklichkeit darbietet, weil ein jeder Neigungswinkel über 5° wie 10°, über 10° wie 15° u. s. w. im Plan bezeichnet, und mithin auch eben so in Rechnung gebracht wird.

§. 92. Wenn Profilzeichnungen nach einem größeren Maßstabe, als nach dem des Planes entworfen werden sollen, kommt man am schnellsten und einfachsten zum Zwecke, wenn man die Längen der Perpendikel auf gleiche Weise wie die relativen Höhen berechnet. Man mißt dann zunächst die directen Entfernungen der Horizontalen, oder der Punkte von einander, in welchen ein anderer Neigungswinkel eintritt, nach dem verjüngten Maßstabe des Planes, trägt sie nach dem gegebenen Maßstabe auf die Grundlinie des Profils, berechnet zu den Projectionen nach Anleitung der dazu gehörigen Böschungswinkel die Längen der Perpendikel, nimmt sie vom gegebenen Maßstabe ab und errichtet sie in den gleichnamigen Punkten der Grundlinie des Profils. Alles Uebrige geschieht, wie es oben angegeben ist. — Auf gleiche Weise kann man nach jedem vollständigen Nivellement, gleichviel durch welches Verfahren und durch welche Instrumente die Höhen der einzelnen Terrainpunkte gefunden wurden, ein Profil *) im verjüngten Maßstabe zeichnen, wenn Zeichnung eines Profils nach Höhenbestimmungen oder Nivellements.

Bestimmung der Höhen in Zahlen eben so verfahren, wie bei Bestimmung der Perpendikellängen. Siehe Note zu §. 87.

*) Viel größere Schwierigkeiten macht es dagegen nach vorhandenen Profilen oder Nivellements von einem Höhenter-

nur die Horizontalentfernungen der Punkte von einander bekannt sind, deren Höhen das Nivellement giebt. —

Ermittelung d. Neigungswinkel von Wegen nach Plänen.

§. 93. Beim Gebrauche von Plänen und Situations-Charten zur Anordnung von Kriegsmärschen über Gebirgs- und Vorgebirgsterrain kann die Frage entstehen: ob die vorhandenen Wege auch unter solchen Winkeln an den Abhängen aufsteigen, daß sie von schweren Fuhrwerken befahren werden können? — Zur Beantwortung derselben ermittele man die Höhe einer jeden Bergschicht, über welche die Wege fortlaufen, und suche sodann den Böschungswinkel der letzteren auf dieselbe Weise, wie es in §. 81 in Bezug auf die Neigungswinkel der Schluchten gelehrt wurde, entweder mit Hilfe des Böschungsmaßstabes, der Zahlen für die Projectionsverhältnisse oder der Profiltriangel. — Auch kann man, wenn der Plan einen genauen Transversalmaßstab hat, die ungefähre Größe des Neigungswinkels finden:

1) Wenn man die Länge der Projection des Bergabhanges und des Weges jeder Bergschicht mißt und von dem Verhältniß beider zu einander nach Anleitung der Zahlen für das Projectionsverhältniß verschiedener Böschungen, auf die Größe jenes Winkels schließt. — Soll z. B. der Winkel ermittelt werden, unter welchem der Weg ZR Fig. 54 den Abhang hinaufführt, so wird,

wenn Projection des Abhanges XZ = 100'
die Anlage des Weges ZX = 120' und
der Böschungsw. des ersteren = 20° ist,

folgende Gleichung angesetzt und gelöst werden müssen:

$$100 : 120 = \tfrac{1}{4} : x .$$

$$x = \tfrac{120}{100} \cdot \tfrac{1}{4} = \tfrac{30}{100} = \tfrac{3}{10}$$

Der Bruch $\frac{3}{10}$ liegt zwischen $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{4}$, jedoch näher dem ersteren, also wird auch die Anlage des Weges zwischen der Projection für 15 und 20° Neigung liegen, mithin der Weg von Z bis X unter einem Winkel aufsteigen, der etwas größer als 15° ist.

---

rain einen Grundriß zu zeichnen. Auf Genauigkeit kann man dabei noch viel weniger Anspruch machen als beim Entwurf eines Profils nach dem Plane, weil viele der gegebenen Bestimmungen nur durch große Umsicht und genaue Kenntniß der Terrainlehre zusammengestellt und ergänzt werden können. In der Praxis dürfte kaum ein Fall vorkommen, in welchem man dazu seine Zuflucht nehmen müßte. Wir übergehen es daher.

Ist ferner die Projection des Abfalls YX = 130′
die Anlage des Weges XY = 150′
der Böschungswinkel des ersteren = 15°
so ist 130 : 150 = $\frac{1}{3}$ : x .

$$x = \frac{150 \cdot \frac{1}{3}}{130} = \frac{50}{130} = \frac{5}{13}$$

Der Bruch $\frac{5}{13}$ liegt zwischen $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{2}$, jedoch näher dem letzteren. Der Weg wird folglich von X bis Y unter einem Winkel, der zwischen 10 und 15°, jedoch näher 15° liegt, aufsteigen.

2) Wenn man die Länge der Anlage des Abhanges jeder Bergschicht mißt, daraus nach Anleitung des Böschungswinkels die Höhe der letzteren ermittelt und untersucht, wie oft diese Höhe in der Anlage des Weges enthalten ist, so läßt sich aus der gefundenen Zahl die Neigung des Weges bestimmen, da die Höhe bei $2\frac{1}{2}$° Neigung 22, bei 5° 11, bei 10° $5\frac{1}{2}$, bei 15° $3\frac{1}{3}$; bei 20° $2\frac{3}{4}$ mal in der Anlage enthalten sein muß. Z. B.

Ist die Projection des Abhanges XZ = 100′
die Anlage des Weges ZX = 120′
der Böschungswinkel des ersteren = 20°
so liegt X über Z = $\frac{4 \cdot 100}{11} = \frac{400}{11} = 36'3''$

Es ist mithin die Höhe der Bergschicht 363″ in der Anlage des Weges 120′ = 1200″ enthalten 3,3 mal. Die Zahl 3,3 liegt aber zwischen 3,6 = $3\frac{3}{5}$ der Anlage für 15° und 2,7 = $2\frac{3}{4}$ der Anlage für 20°, jedoch näher der ersteren; der Weg wird folglich von Z bis X unter einem Böschungswinkel, der etwas über 15° beträgt, aufsteigen.

Ist ferner die Projection des Abhanges YX = 130′
die Anlage des Weges XY = 150′
der Böschungswinkel des ersteren = 15°
so liegt Y über X = $\frac{3 \cdot 130}{11} = \frac{390}{11} = 35'4''$

Es ist mithin die Höhe der Bergschicht 354″ in der Anlage des Weges 1500″ enthalten 4,2 mal. Da diese Zahl zwischen 5,5 = $5\frac{1}{2}$, der Anlage für 10° und 3,6 = $3\frac{3}{5}$, der Anlage für 15° liegt, so muß der Weg von X bis Y unter einem Winkel zwischen 10 und 15°, jedoch näher 15° aufsteigen. —

Von Y bis R geht der Weg in der Richtung der Bergstriche, sein Neigungswinkel muß also mit dem des Abhanges übereinstimmen, also 10° sein. — Da nun aber für schweres Kriegsfuhrwerk kein Weg auf kurzen Strecken steiler als 10, und auf

längeren Strecken steiler als 5° aufsteigen darf, so ergiebt sich aus obiger Untersuchung, daß der Weg ZR in seiner jetzigen Beschaffenheit von demselben nicht befahren werden kann.

Bestimmung der Richtung eines Colonnenweges nach dem Plan.

§. 94. Soll jedoch aus irgend welchen militairischen Rücksichten ein steiler Weg z. B. ZR. Fig. 54 so eingerichtet werden, daß er von schweren Kriegsfuhrwerken zu befahren oder als Colonnenweg zu benutzen ist, so kann dies nur dadurch geschehen, daß man ihm eine Richtung giebt, durch welche sein Neigungswinkel sich bis auf 5° ermäßigt. Da es aber wünschenswerth sein kann, schon bevor man an die Arbeit geht, nach dem Plane die neue Richtung des Weges zu bestimmen, und in denselben einzuzeichnen, so fragt es sich: wie wird man dabei zu verfahren haben? — Steigt z. B. der Weg einen Abhang hinan, der wie in Fig. 54 zunächst der Thalsohle zu 20°, dann zu 15 und 10° geböscht ist, so muß die Anlage des Weges, wenn seine Neigung nicht 5° übersteigen soll, zur Projection

der z. 20° geböscht. Bergsch. ZX im Verhältn. v. $1 : \frac{1}{4} = 4 : 1$
" 15° " " " XY " " " $1 : \frac{1}{3} = 3 : 1$
" 10° " " " YR " " " $1 : \frac{1}{2} = 2 : 1$ stehen.

Man trage daher vom zweckmäßig gewählten Anfangspunkt Z′ der neuen Wegerichtung 4 ZX nach X′; von X′ nach Y′ 3 XY, und von Y′ in gebrochener Linie nach Q 2 YR, so wird die Wegebahn überall den verlangten Neigungswinkel von 5° haben. — Wege, die auf steile Abhänge hinanführen sollen, müssen in der Regel, wie der Weg Z′Q, gebrochen oder in Zickzack gelegt werden. Die Wendepunkte sind jedoch für langbespannte Fuhrwerke sehr gefährlich, wenn die Wegebahn an diesen Stellen nicht eine verhältnißmäßig große Breite erhält. Daher ist es zweckmäßiger, dem Wege dort, wo das Terrain es irgend erlaubt, nur einerlei, oder eine spiralförmige Richtung wie dem Wege Aa bb D zu geben. Auch muß man sich bemühen, steilere Böschungen, wo es irgend zulässig ist, zu umgehen, weil schon auf Gehängen, deren Neigungswinkel über 10° ist, die Wegebahn eingeschnitten oder geebnet werden muß, wenn die Fuhrwerke der Gefahr des Umwerfens nicht ausgesetzt sein sollen, und weil jene Arbeit desto größer und beschwerlicher wird, je steiler die Gehänge sind.

Zeichnung eines Hohlweges, dessen Neigungswinkel bekannt ist.

§. 95. Die meisten Zeichner und Aufnehmer behandeln die Hohlwege mit so großer Unachtsamkeit, daß sich in der Regel aus ihrer Darstellung weder der Neigungswinkel der Wegebahn noch die Steilheit der Ränder richtig erkennen läßt.

Beides ist aber in militairischer Beziehung von Wichtigkeit und darf daher nicht außer Acht gelassen werden. Bei richtiger Zeichnung eines Hohlweges kommt zweierlei in Betracht:

1) Die Richtung, unter der er die Bergstriche des Abhanges schneidet.

2) Die Winkel, unter welchen die Gradationsstriche seiner Ränder die Wegelinie treffen.

Ist der Böschungswinkel der Wegebahn des Hohlweges und des Bergabhanges, auf den er hinaufführt, bekannt, und soll seine Richtung und der Winkel ermittelt werden, den seine Richtung mit den Bergstrichen des Abhanges macht, so ziehe man ein Paar Parallellinien AB und CD Fig. 56 und betrachte sie als die Horizontalen, welche eine Bergschicht begrenzen. Ihre Entfernung AC stellt dann die Anlage des Abhanges dar. Hiernächst suche man mit Hilfe der Zahlen für die Projectionsverhältnisse verschieden geneigter Bergabhänge oder des Böschungsmaßstabes ꝛc. die Anlage des Hohlweges, nehme die letztere in den Zirkel, beschreibe mit ihr aus irgend einem Punkte A der untern Horizontale AB den Bogen E durch die obere Horizontale CD, und verbinde den Durchschnittspunkt E mit jenem Punkt A durch eine gerade (bei gekrümmten Horizontalen durch eine ihnen analoge) Linie, so ist durch diese die Richtung des Hohlweges bestimmt, und der Winkel CAE der, unter welchem die Bergstriche durchschnitten werden. — Die Winkel endlich, welche die Gradationsstriche der Hohlwegsränder mit der Wegelinie machen, findet man, wenn man die Projection der letzteren als Diameter betrachtet, um ihren Halbirungspunkt H einen Kreis CAF beschreibt, und an A links und rechts, nach §. 80 die für die bekannt geböschten Ränder gefundenen Projectionen AG und AF als Sehnen anträgt. — Ein Beispiel möge das Gesagte noch deutlicher machen. Ein Hohlweg steigt unter 10° an einem Bergabhang auf, der einen Böschungswinkel von 20° hat; der linke Hohlwegsrand neigt sich unter 25°, der rechte unter 35°. In welcher Richtung wird der Hohlweg die Bergstriche des Abhanges durchschneiden, und unter welchen Winkeln werden die Gradationsstriche seiner Ränder die Wegelinie treffen? — Ist die Entfernung AC Fig. 56, der Horizontalen = 10 Ruthen, so wird die Projection des Abhanges von 20°, zur Anlage der unter 10° geneigten Wegebahn des Hohlweges sich verhalten, wie

$\frac{1}{4} : \frac{1}{5} = 10$ Ruth. : x.

$$x = \frac{\frac{1}{5} \cdot 10}{\frac{1}{4}} = \frac{5}{\frac{1}{4}} = \frac{4}{1} \cdot 5 = 20 \text{ Ruthen.}$$

Man nehme daher vom verjüngten Maßstabe 20 Ruthen in den Zirkel, beschreibe damit aus A den Bogen E durch CD, und ziehe AE, so bezeichnet diese Linie die Richtung des Hohlweges. — Ferner verhält sich:

die Proj. des Hohlweges zur Proj. seines linken Randes, wie

$\frac{1}{5} : \frac{1}{8} = 20$ Ruth. : x.

$$x = \frac{\frac{1}{8} \cdot 20}{\frac{1}{5}} = \frac{4}{\frac{1}{5}} = \frac{5}{1} \cdot 4 = 8 \text{ Ruthen;}$$

die Proj. des Hohlweges zur Proj. seines rechten Randes, wie

$\frac{1}{5} : \frac{1}{6} = 20$ Ruth. : x.

$$x = \frac{\frac{1}{6} \cdot 20}{\frac{1}{5}} = \frac{\frac{20}{6}}{\frac{1}{5}} = \frac{5}{1} \cdot \frac{20}{6} = \frac{100}{6} = 5 \text{ Ruthen.}$$

Man nehme daher, sobald man um den Halbirungspunkt H, der AE einen Kreis mit AH geschlagen hat, vom verjüngten Maßstabe 8 und 5 Ruthen in den Zirkel, und trage das erstere Maß als Sehne links von A nach G, das andere eben so rechts von A nach F, so werden AG und AF die Lage der Gradationsstriche der Hohlwegsränder angeben, und die Winkel GAE und FAE die gesuchten sein. — Ist ein Hohlweg richtig gezeichnet, so kann es, nach dem Vorstehenden und nach §. 81 und 93, nicht schwer fallen, aus seiner Projection, im Verhältniß zu der des Abhanges seinen Neigungswinkel, und aus dem Winkel seiner Richtung mit den Gradationsstrichen seiner Ränder, den Böschungswinkel der letzteren zu finden. —

Schlußbemerkung.

§. 96. Die in den letzteren §§. abgehandelten Aufgaben, die leicht noch zu vermehren wären, und deren Lösung, mögen genügen, um darzuthun, was richtig gezeichnete Aufnahmen und Pläne zu leisten vermögen, was für Ansprüche man füglich an dieselben machen kann, und wie sorgsam der Aufnehmer und Zeichner verfahren müsse, wenn die Schlüsse, welche man auf seine vollendete Arbeit gründen dürfte, keine Trugschlüsse sein sollen.

## IV. Von der Darstellung aller übrigen natürlichen und künstlichen Terraingegenstände.

Vorbemerkung.

§. 97. Es kann unser Zweck nicht sein, hier alles das wiedergeben oder abschreiben zu wollen, was in den Muster-

blättern und deren Erläuterungen enthalten ist, die einem jeden Officier eingehändigt werden oder bekannt sein müssen, der mit irgend einer militairischen Vermessung beauftragt wird, oder in deren Besitz sich ein Jeder für einen geringen Preis setzen kann; vielmehr wollen wir uns nur bemühen, die Grundsätze zu entwickeln, nach welchen jene Musterblätter entworfen sind, und demjenigen praktische Regeln darzubieten, der nach denselben entweder noch niemals, oder doch nur so selten gearbeitet hat, daß ihm die praktischen Erfahrungen fehlen, die eine schnelle Ausführung der Zeichnung und deren Sauberkeit befördern. — Wir müssen aber zugleich bevorworten, daß schön gezeichnete Pläne nicht immer die richtigsten sind, weil diejenigen, welche blos auf die Schönheit ihrer Arbeit sehen, lieber einen Fehler stehen lassen, als daß sie durch Abänderung desselben oder durch Radiren der Sauberkeit Eintrag thun. Bei militairischen Terraindarstellungen kommt es ungleich mehr auf die Richtigkeit und den charaktervollen Ausdruck der Zeichnung an, als auf die Schönheit derselben. Kann beides mit einander verbunden werden, so ist es allerdings zu empfehlen; steht aber die Schönheit der Richtigkeit nach, so ist dies kein wesentlicher Mangel. Es lasse sich also Niemand verleiten, die Richtigkeit der Schönheit aufzuopfern, sondern verbessere jeden Fehler, selbst wenn aus dem Plane ein Theil herausgeschnitten, ein neues Stück eingeklebt und abermals gezeichnet werden müßte.

Allgemeine Regeln zur Darstellung der natürlichen u. künstlichen Terraingegenstände.

§. 98. Die Darstellung der Waldungen, Wiesen, Brücher, Gewässer und deren Brücken, Dämme, Wege, Gehöfte, Ortschaften und aller anderen natürlichen und künstlichen Terraingegenstände dieser Art muß so einfach und deutlich wie möglich sein, damit nicht nur ihre Ausführung schnell geschehen könne, sondern auch Jedermann sogleich in die Augen falle, was sie andeuten soll. Auch für sie gilt im Allgemeinen die Regel: daß ein jeder Gegenstand dem natürlichen möglichst ähnlich und nach den Gesetzen der orthographischen Projection, oder seine Umgrenzungslinie nach ihren horizontalen Dimensionen, in der dem Gegenstande zukommenden Größe gezeichnet werde. Die Höhe desselben kann füglich durch die mehr oder mindere Stärke der Schattenlinie oder selbst durch die Ausfüllung angedeutet werden. — So lange es irgend angeht, darf in der Zeichnung niemals, selbst nicht ausnahmsweise, der Maßstab überschritten, aber auch eben so wenig durch die Kleinheit und Feinheit der Darstellung die Deutlichkeit derselben gefährdet werden. — Ist der Gegenstand so klein, oder hat er

eine so geringe horizontale Grundfläche, daß sie im gegebenen Verhältniß zur natürlichen Größe nicht in der Zeichnung ausgedrückt werden kann, weil sie höchstens als kaum sichtbarer Punkt erscheinen würde, und kommt es nur darauf an, die Art des Gegenstandes kennen zu lernen, so wird er im Aufrisse, nach seiner wahren, oder doch in einer so viel als möglich ähnlichen, Gestalt wiedergegeben. — Kann endlich die Aehnlichkeit in der Zeichnung nicht erreicht werden, oder die letztere über das Wesen des darzustellenden Gegenstandes keinen genügenden Aufschluß gewähren, so wird er durch eine passend gewählte Signatur ausgedrückt, und entweder auf dem Rande des Planes oder der Charte, oder in einem dazu gehörigen Manual, Memoire ꝛc. die nöthige Erläuterung ertheilt. —

Ein Beispiel möge diese dreifache Verschiedenheit der Darstellungsweise verdeutlichen. Sollte nämlich eine Försterei, die mit ihrem Garten auf einem Bergabhange, neben einer Wiese, am Rande eines Waldes und an einem Scheidewege liegt, so wie der Wegweiser am letzteren, durch eine Situationszeichnung dargestellt werden, so wird zunächst, wie in Fig. 57, der Umfang der Försterei, aber nicht in seiner wahren Länge und Breite, sondern in eben der Verkürzung in den Horizontalplan eingetragen, welche die Projection der geneigten Fläche, auf der sie liegt, bedingt. Um nun anzudeuten, welcher Theil der dargestellten Figur der Garten sei, füllt man denselben, im schwarz gezeichneten Plane, durch feine, gerade und parallele Schraffirstriche aus, welche gleichsam die Gartenbeete darstellen; im illuminirten Plane mit Dunkelgrün, der gewöhnlichen Farbe der Bäume und Gartengewächse. — Hiernächst werden die Gebäude, welche den Hofraum umschließen, gleichfalls im Grundriß, gezeichnet, und zwar, sind sie massiv: schraffirt oder roth, der natürlichen Farbe der gemauerten Häuser und Ziegeldächer; sind sie von Holz, schwarz, weil solche Häuser gewöhnlich ein dunkleres Ansehen haben. — Liegt auf dem Hofe ein Teich, so wird dieser auf dem Plane im richtigen Verhältniß zur natürlichen Größe gezeichnet, und entweder parallel mit seinen Ufern schraffirt und dadurch gleichsam der Wellenschlag dargestellt, oder blau, nach der scheinbaren Farbe des Wassers angelegt. — Ist die Wiese nach ihren Horizontaldimensionen im Plane wiedergegeben, so wird durch Doppelpunkte, in parallelen Lagen mit dem unteren Planrand, der Graswuchs auf ihr dargestellt, oder sie wird im Plane grün, mit der Grasfarbe, angelegt; ist sie naß, durch schwarze

oder blaue, gerade Schraffirstriche, parallel mit dem unteren Rande der Zeichnung, in der Richtung, in welcher das Waſſer auf ihr ſteht, überlegt. Der Weg wird auf einem ſchwarzen Plane durch eine zuſammenhängende ſchwarze Linie, und wenn der Maßſtab groß genug iſt, um die Breite der Wegebahn anzudeuten, rechts neben oder unter jener Linie noch durch eine geriſſene oder getheilte, im illuminirten Plane aber ſtets durch eine zuſammenhängende ſchwarze Linie, unter und rechts neben welcher ein Strich in brauner Erdfarbe gezogen wird, wiedergegeben; eine Straße durch 2 parallele Linien. — Die Bäume, welche die Waldgrenze conſtituiren, und der Wegweiſer, deren Grundflächen im Plane als feine, kaum ſichtbare Punkte erſcheinen, oder gar nicht auszudrücken ſein würden, werden im Aufriſſe, die erſteren durch baumähnliche Zeichen, der letztere durch eine ſchwarze, ſenkrecht, wie die Baumzeichen, zur unteren Randlinie des Planes ſtehende, Linie, mit zwei Armen, alſo auch in ähnlichen Bildern, dargeſtellt. — Endlich wird, daß das Gehöft eine Förſterei vorſtelle, durch eine daneben gezeichnete Signatur, die einem Hirſchgeweih, dem gewöhnlichen Zeichen der Forſthäuſer, ähnlich, und ob es eine Unter- oder Oberförſterei iſt, durch die Buchſtaben U. F. oder O. F. angedeutet. — Eine auf dieſe Weiſe ausgeführte Zeichnung bedarf gewiß keiner Erläuterung, ſie ſpricht für ſich ſelbſt, und jeder Gebildete wird ſie ohne große Ueberlegung verſtehen und in Fig. 57 gewiß erkennen, daß der Weg die Wieſe auf einem Damm überſchreitet, in deſſen Mitte ſich eine Brücke über einem kleinen Bach befindet, welcher die Wieſe bewäſſert. Befolgt man alſo bei der Darſtellung aller künſtlichen und natürlichen Terraingegenſtände die oben gegebenen Regeln, ſo wird derjenige, für deſſen Gebrauch militairiſche Pläne und Charten beſtimmt ſind, dieſelben auch ohne Hilfe von Muſterblättern leſen können, da alle Signaturen oder Zeichen, die auf denſelben vorkommen mögen, ſich zur Genüge durch die Terrainlehre und durch die Kenntniß von den Gegenſtänden, welche ſich in der Gegend des dargeſtellten Terrains im Allgemeinen vorfinden, erklären laſſen.

Verhältniß der Signaturen zur Bergzeichnung.

§. 99. Da bei militairiſchen Plänen und Charten die Darſtellung der Unebenheiten des Bodens Hauptſache, alles Andere mehr oder weniger Nebenſache iſt, ſo muß auch das Letztere zurücktreten, jedoch niemals ſo weit, daß dadurch der Charakter einer Gegend ein anderer würde. Die Phyſiognomie der-

selben muß möglichst genau aufgefaßt und von dem Aufnehmer in der Zeichnung wiedergegeben werden.

Vertheilung von Licht und Schatten.

§. 100. „Eine Zeichnung ohne Schatten ist todt, flach und einförmig; nichts erhebt oder vertieft sich, oder springt vor. Der Schatten hingegen erhebt, senkt, macht rund und vorspringend, und unterscheidet das Gerade oder die Ebene von den Krümmungen, Wölbungen und Abdachungen.“ Daher darf auch auf einem militairischen Plane, der gleichsam ein Relief der darzustellenden Gegend geben soll, weder Licht noch Schatten fehlen. — Der Schatten richtet sich nach dem Lichte, und verändert sich auf der Erde in jedem Augenblick. Auf dem Plane kann kein beweglicher Schatten angebracht werden, es muß daher bestimmt sein, welcher Moment der Beleuchtung vom Zeichner aufgefaßt werden soll. Die Abendbeleuchtung ist am grellsten, in ihr sondern sich die Schatten am bestimmtesten von den Lichtern, und ist der Plan nach Norden orientirt, so fällt auch in den Sommermonaten, in welchen die Aufnahmen ausgeführt werden, das Licht aus Nordwesten, für den Zeichner am bequemsten, auf die Bildfläche. Daher ist als feste Regel für die Beleuchtung aller natürlichen und künstlichen Terraingegenstände, mit alleiniger Ausnahme von Berg und Thal, festgestellt, daß die Beleuchtung aus Nordwesten oder aus der linken oberen Randecke des Planes komme, daß sämmtliche Lichtstrahlen mit einander parallel laufen, und sich ungefähr unter einem Winkel von 15 bis 20° gegen die Horizontalebene des Planes senken. —

Licht und Schatten können sich in der Zeichnung nur bei solchen Gegenständen bemerkbar machen, welche sich entweder über das sie umgebende Terrain erheben, mithin Erhöhungen bilden, wie Gehöfte, Kirchen, Dämme, Chausseen ꝛc., oder unter dasselbe hinabsenken, mithin Einschnitte oder Vertiefungen sind, wie ausgefahrene Landstraßen, Flußbetten, Seen, Teiche ꝛc. So wie nun die Erhöhungen den Vertiefungen entgegen stehen, so muß auch bei gleicher Beleuchtung das Licht und der Schatten der Erhöhungen dem Licht und Schatten der Vertiefungen entgegengesetzt liegen, und wie bei Erhöhungen auf das umgebende Terrain, so bei Vertiefungen in diese hineinfallen. Stellt z. B. in der Profilzeichnung, Fig. 58 A, eine über das sie umgebende Terrain erhabene Chaussee (ein Haus, die Umfassungsmauer eines Gartens ꝛc.), B eine in dasselbe eingeschnittene oder ausgefahrene Straße (einen Fluß, einen Canal ꝛc.) dar, so wird auch bei der ersteren der Schatten

rechts, das Licht links; bei der letzteren der Schatten links, das Licht rechts zu liegen kommen. Von dieser Basis ausgehend, läßt sich folgende zweite allgemeine Regel für die Andeutung des Schattens feststellen: Bei allen Erhöhungen liegt stets der Schatten rechts und unten, bei allen Vertiefungen links und oben. — Sollte indessen die Richtung einer Erhöhung oder Vertiefung, z. B. einer Chaussee oder eines Canals, in der Richtung der Lichtstrahlen von Nordwest nach Südost fallen, so würden die sich entgegengesetzt nach Nordost und Südwest liegenden Seitenflächen gleichmäßig vom Lichte gestreift oder schwach beleuchtet werden, mithin der Gegenstand gar keinen Schatten werfen. Um aber auch sie besser in der Zeichnung hervortreten zu lassen, giebt man ihnen dennoch einen Schattenstrich, und zwar in der Regel bei Erhöhungen an der dem oberen, bei Vertiefungen an der dem unteren Rande des Planes zugekehrten Seite. — Laufen die Erhöhungen und Vertiefungen nicht in gerader, sondern in mehrfach veränderter oder krummer Richtung fort, so muß auch der Schatten eben so oft von einer Seite zur andern überspringen, als die Richtung jener Gegenstände eine gänzlich veränderte Lage zum Lichte annimmt. Es gehört große Aufmerksamkeit dazu, dies zur rechten Zeit zu bewirken.

Zur Darstellung des Schattens in Planzeichnungen und Charten bedient man sich des sogenannten Schattenstriches und des Verwaschens (Lavirens) mit Tusche und einem Pinsel. Der Schattenstrich besteht entweder aus einer einfachen schwarzen oder farbigen Linie, oder aus einer Zusammensetzung mehrerer feiner und starker Linien in einem gewissen Verhältniß in Bezug auf Stärke und Entfernung, den sogenannten Schraffirstrichen. Die verschiedene Stärke und Entfernung der Striche von einander wird bestimmt durch den Grad der Schwärze oder Dunkelheit, den der beschattete Raum erhalten muß. — Beim Laviren mit dem Pinsel bekommt man die Abstufungen in der Dunkelheit des Schattens entweder durch mehrere über einander gelegte Pinselstriche mit schwacher, oder durch einen einfachen Pinselstrich mit starker schwarzer oder farbiger Tusche.

Das Anlegen von Wiesen, Brüchern, Gewässern, Orten u.

§. 101. Häufig bedient man sich bei militairischen Plänen und Charten, theils um sie übersichtlicher zu machen, theils um Zeit und Mühe zu ersparen, der Farben, da es viel leichter ist, über einen angelegten Plan einen Ueberblick zu gewinnen, als über einen schwarz gezeichneten eintönigen, und eine

große Fläche grün oder blau anzulegen, als dieselbe mit den zeitraubenden Signaturen für Wiesen, Brücher ꝛc. auszufüllen oder zu schraffiren. Aber dort, wo Farben vorkommen, müssen sie mit einander harmoniren, und soll der Plan schön aussehen, nicht zu grell aufgetragen sein. Indessen darf hierbei ein gewisses Maß nicht überschritten werden, denn nichts ist bei Plänen der Vergänglichkeit der Zeit mehr ausgesetzt, als gerade die Farben. Wer also für die Dauer arbeiten will, der trage die Farben entschieden auf. — Soll die Arbeit sauber werden, so wähle man dazu gute chinesische Tusche, die feststeht, und gute Farben überhaupt; nicht etwa schon eingetrocknete und von neuem aufgelöst'te, weil diese körnig werden und keinen reinen Pinselstrich erlauben. Die Tuschfarben reibe man auf dem Finger, damit sie recht zart werden, und übertrage sie dann in ein Näpfchen, das mit klarem reinen Wasser ausgespült, nicht etwa mit einem Tuche abgetrocknet ist, weil vom letzteren in der Regel kleine Fädchen oder Fasern zurückbleiben, sich an Feder und Pinsel anhängen und Flecke verursachen. Um die Farben stets in gleichem Tone auftragen zu können, tauche man bei einer einfachen — nicht gemischten — Farbe den Pinsel nur in die Oberfläche der aufgelöst'ten Masse, damit die körnigen Theile, welche sich etwa abgesetzt haben, die Staubtheilchen, welche hineingeflogen sein können, oder die Papierfasern, welche durch den Pinsel in die Flüssigkeit gekommen sind und sich gewöhnlich an den Rand des Näpfchens hängen, nicht in die Feder oder den Pinsel kommen. Bei einer zusammengesetzten oder gemischten Farbe rühre man dagegen vor dem jedesmaligen Füllen des Pinsels mit einem anderen die flüssige Masse wohl um, weil die schwereren Theile gewöhnlich auf den Boden des Näpfchens niedersinken. Während des Gebrauchs bewahre man das Näpfchen, etwa durch ein darüber gestelltes umgekehrtes Glas, sorgfältig gegen Staub, weil sonst die Farben ihre Frische verlieren und beim Auftragen auf's Papier Flecke und Unsauberkeit zurücklassen.

Zu jedem Anlegen gehören zwei nicht zu schwache Pinsel, die auf beide Enden eines kurzen Pinselstockes gesteckt werden. Der eine, der Farbenpinsel, zum Anlegen, der andere, ein wenig mit Wasser angefeuchtet, daher Wasser- oder Waschpinsel genannt, zum Aufnehmen und Verwaschen der zu stark aufgetragenen Farben, oder zum Anfeuchten der Stelle des Papiers, welche nicht sogleich die Tusche oder Farbe annehmen will. Das letztere geschieht sehr häufig von den Pa-

pierstellen, die mit einer heißen oder feuchten Hand berührt wurden. Daher ist es jedem Zeichner nicht genug zu empfehlen, stets ein Blatt Papier zur Unterlage für die Hand bereit zu haben. — Der Wasserpinsel muß, sobald er zum Aufnehmen zu stark aufgetragener Tusche benutzt ist, sofort wieder gereinigt oder ausgewaschen werden, sonst giebt er zu dem Veranlassung, was er verhüten soll.

Große Flächen sind, wenn sie keine Flecke erhalten sollen, nicht leicht anzulegen. Das beste Mittel, sie dagegen zu schützen ist, sie vorher mit dem Wasserpinsel ein wenig anzufeuchten, und erst dann anzulegen, wenn das Papier vom Wasser durchzogen ist. Ueberhaupt darf keine Farbe in der Kraft aufgetragen werden, die sie erhalten soll. Je blasser sie genommen, je öfter jede Fläche — drei-, vier- oder mehrmal — damit überlegt wird, desto gefälliger fällt sie ins Auge, desto schöner, weicher, wärmer wird ihr Ton. Doch darf man sie nicht eher zum zweiten, dritten ꝛc. mal anlegen, als bis die aufgetragene Farbe übertrocknet ist, sonst wird sie fleckig. Auch dürfen ihre Conturen (Grenzen) nur mit schwacher Tusche ausgezogen sein, wenn die letztere während des Anlegens sich nicht auflösen und unsaubere Ränder verursachen soll. Später können die Conturen, namentlich, wenn sie Ortsgrenzen oder Ränder von solchen Gegenständen bezeichnen, die sich vom umliegenden Terrain scharf absondern, noch einmal mit kräftiger Tusche ausgezogen werden. Sind die Conturen geradlinig und scharf bestimmt, so thut man wohl, sie mit Hilfe der Reißfeder und des Lineals auszuziehen. Dadurch erhalten sie ein besseres, entschiedeneres Ansehen. — Besonders schwierig ist die Behandlung des aufgelöst'en Grünspans. Ist er stark, nimmt man den Pinsel voll, so bekommen die damit angelegten Flächen dunkle Ränder, weil er an diesen krystallisirt; ist er zu sehr mit Wasser verdünnt, so erkennt man auf dem Papier nur die einzelnen Pinselstriche, wenn man das Auge tief hält und gegen das Licht über die angelegte Fläche wegsieht. Versäumt man dies, so sind Flecke unvermeidlich, und jeder derselben wird beim nächsten Uebertragen sichtbarer. Hierbei ist also ein juste milieu mit Recht zu empfehlen. Noch ist zu bemerken, daß der Grünspan in der Regel nachdunkelt und, wenn er mit Gummigutti versetzt ist, tüchtig umgeschüttelt werden muß, bevor man ihn aus dem Fläschchen ins Näpfchen gießt, da die letztere Farbe sich gewöhnlich absondert und auf den Boden niederschlägt.

Um Uebung im Anlegen zu erhalten, fange man damit an, geradlinig begrenzte Flächen auszutuschen, und gehe dann erst zu den schwierigeren, mit vielfach gekrümmten Rändern und hervortretenden Spitzen und Ausbiegungen über, wenn man sich eine gewisse Fertigkeit im Anlegen jener erworben hat. Dabei ist wohl darauf zu achten, daß innerhalb der Conturen der anzulegenden Fläche kein weißer Raum liegen bleibe, und nirgend die Grenzlinie, selbst nicht mit dem Waschpinsel, überschritten werde. Dagegen verwahrt man sich am besten, wenn man den Pinsel ziemlich steil hält, und nur mit dessen Spitze arbeitet. Am füglichsten beginnt man das Anlegen einer Fläche in der linken oberen Ecke oder an einer Grenzlinie derselben. Zuerst streicht man an der linken Grenzlinie mit dem Pinsel herunter, führt sodann alle folgenden Pinselstriche von oben nach unten, oder parallel mit der oberen Grenzlinie von der Linken zur Rechten, läßt sie aber, wenn jene Linie gekrümmt ist, allmählig gerader, zuletzt ganz gerade werden. So fährt man gleichmäßig, aber nicht mit zu langen Pinselstrichen fort, bis die ganze Fläche angelegt ist. Dabei darf jedoch der Pinsel nicht zu stark aufgedrückt werden, und auch nicht zu voll sein, damit nirgend das Papier aufgerieben wird oder fließende Tusche stehen bleibt, weil dies Flecke verursacht. — Der Pinsel darf aber auch beim Anlegen großer Flächen nicht zu trocken sein, weil dann die Pinselstriche zu leicht übertrocknen und sich nicht gehörig mit einander verbinden oder in einander übergehen. Je kleiner die Flächen sind, desto trockener kann dagegen der Pinsel sein, indem kleine Flächen, mit vollem Pinsel angelegt, meistentheils zu dunkel werden und noch dunklere Ränder bekommen. — Hat eine große Fläche viele Ausbiegungen, die für sich angelegt werden müssen, so fängt man mit einer der letzteren an, arbeitet von ihr nach dem Innern der Figur hinein, läßt hier die Farbe naß stehen, geht dann zu der zunächst gelegenen Ausbiegung über, arbeitet hier gleichfalls möglichst rasch nach dem Innern der Figur hinein, verbindet diese Stelle schnell mit jener, an der man vorher stehen blieb, und arbeitet nun auf einer Linie weiter fort, bis man zur nächsten Ausbiegung übergehen kann. Sollte man jedoch befürchten, daß während man von einer Ausbiegung aus nach dem Innern der Figur hinein arbeitet, die Tusche an der liegengebliebenen Arbeitsstelle trocken wird, so geht man von Zeit zu Zeit zu der letzteren zurück, und arbeitet so lange abwechselnd an beiden, bis man sie zu einer

vereinigen kann. — Werden solche große anzulegende Flächen, z. B. Wiesen, Brücher ꝛc., von Wegen, Gräben oder fließenden Gewässern ꝛc. durchschnitten, und durch diese gleichsam in mehrere Abschnitte zerlegt, so wird dadurch die Arbeit sehr erleichtert, indem man nun Abschnitt für Abschnitt, unabhängig von dem andern, anlegen kann. Doch ist hierbei mit Sorgfalt darüber zu wachen, daß der Farbenpinsel stets gleichmäßig angefeuchtet werde, weil sonst die verschiedenen Abschnitte auch einen verschiedenen Ton erhalten — Wege, die über Wiesen, Brücher ꝛc. führen, müssen aber eher angelegt werden, als die letzteren, weil sie sonst nicht die richtige Färbung erhalten, da der Grünspan oder der untere Ton überhaupt, durchschimmert. Graben, Bäche, die durch eine blaue Linie dargestellt werden, und alle andere Signaturen, welche innerhalb einer anzulegenden Fläche angedeutet werden müssen, z. B. die Gehöfte in Dörfern, die königlichen oder Communalgebäude ꝛc. in Städten, werden erst dann eingezeichnet, wenn die Flächen angelegt und vollkommen trocken sind, vorher aber, mit Ausnahme der Schraffirstriche nasser Wiesen, wenn die Zeichnung eine Copie ist, durch feine Bleistifts- oder blasse Tuschlinien vorgezogen. Soll aber auf einer grünen Fläche eine rothe Signatur angebracht werden, so muß beim Anlegen der Raum für sie ausgespart werden, weil sonst das Roth seine Frische verliert. Eben dieses Grundes wegen darf Carminroth weder mit einer stählernen Zeichnen- oder Reißfeder, sondern nur mit einer Gänse-, Raben-, Zeichnen- oder messingenen Reißfeder aufgetragen werden. — Kommen auf einem Plane viele und große anzulegende Flächen vor, so ist es durchaus nothwendig, entweder sie anzulegen, bevor das Zeichnenpapier von dem Meßtischblatte abgeschnitten wird, oder dasselbe auf ein Reißbrett zu spannen, nicht nur, weil auf einer glatten Fläche das Anlegen ungleich leichter und sauberer ausgeführt werden kann, als auf einem Papier, das nach dem Anfeuchten sich in Wellen legt, sondern auch, weil von den Scheiteln der letzteren die aufgetragene Farbe sich in die Vertiefungen zieht, wodurch Flecke entstehen, und das unaufgespannte Papier beim Trocknen sich nie wieder vollkommen eben zieht, wodurch die Zeichnung ein unansehnliches Aeußere erhält. —

Soll irgendwo ein angelegter Ton vom Dunklen zum Hellen übergehen oder sich gar ins Weiße verlaufen, so muß hier die Farbe verwaschen (lavirt) werden. Zum La-

viren gehören gleichfalls zwei, aber ungleich ſtarke, Pinſel, deren Spitzen etwas Weniges, und zwar ſenkrecht auf die Richtung der Haare, abgeſtumpft und, wie vorhin, auf dem Pinſelſtocke befeſtigt ſind. Der kleinere der beiden Pinſel wird als Tuſch-, der größere als Waſchpinſel benutzt. Soll die Arbeit vor ſich gehen, ſo legt man mit dem Tuſchpinſel, längs der Contur, entweder von der Linken zur Rechten oder von oben nach unten, einen dunklen Strich, etwa $\frac{1}{3}$ ſo breit, als der mit verwaſchener Farbe angelegte Raum werden ſoll, dreht den Pinſelſtock ſchnell um, und fährt längs dieſes Tuſchſtrichs, denſelben etwa bis zur Hälfte deckend, mit dem, ein wenig mit Waſſer angefeuchteten, Waſchpinſel gleichfalls in der vorigen Richtung fort, ſo daß er die Tuſche theils aufnimmt, theils verdünnt weiter vertreibt, wodurch ſie ſich von ſelbſt allmählig in die mit Waſſer angefeuchtete Fläche weiter verläuft. Iſt die Linie, an der die Tuſche verwaſchen werden ſoll, ſo lang, daß man genöthigt iſt, mehreremal abzuſetzen, ſo muß man, um das Trocknen der Tuſche zu verhindern, dieſe an den Abſetzungspunkten etwas naß ſtehen laſſen. Sollte durch ein einmaliges Laviren die verlangte Dunkelheit nicht erzielt ſein, ſo muß dies Verfahren noch ein- oder mehreremal wiederholt werden. Dabei iſt aber darauf zu achten, daß der Tuſchſtreifen entweder etwas breiter oder etwas ſchmäler als beim vorhergehenden Mal angelegt werde, damit ein unmerkliches Verlaufen des dunklen Tons Statt findet.

Liegen Terrainflächen, die in der Zeichnung anzulegen ſind, tiefer als das ſie umgebende Terrain, wie z. B. der Waſſerſpiegel von Seen, Teichen, Flüſſen ꝛc., ſo wirft das Ufer einen Schatten auf dieſelben; dieſer Schatten wird durch einen dunkleren Ton der Farbe ausgedrückt, und entweder bevor oder nachdem jene Fläche angelegt iſt, bewirkt. Im letzteren Falle legt man längs der im Schatten liegenden Seite jener Fläche einen etwas dunkleren Pinſelſtrich, als der Ton der Fläche iſt, und von der Breite, die der Schatten überhaupt erhalten ſoll, ſobald er trocken iſt, einen eben ſolchen, aber etwas ſchmäleren Strich darüber, und fährt auf dieſe Weiſe mit immer etwas ſchmäleren Pinſelſtrichen, die alle die Contur berühren müſſen, ſo lange fort, bis der letzte ganz ſchmal und dunkel iſt. Wie die Breite des Schattens nach der Breite des Ufers, ſo richtet ſich die Zahl der dunkleren Abſätze, die man dem Schatten giebt, nach der Breite des letzteren. Iſt die Vertiefung nur ſchmal, ſo fallen die Abſätze des Schat-

tens

tens fort; dafür wird ein schmaler Schatten viel dunkler als ein breiter gehalten. — Im ersteren Falle, oder wenn die Schattenfläche sehr sauber und mild aussehen soll, und wenn man gute Tusche hat, die einmal aufgetragen, auch wenn sie wieder angefeuchtet wird, feststeht, legt man zuerst mit schwacher Tusche, in dem Ton, welchen die ganze Fläche erhalten soll, einen feinen Pinselstrich an der Schattenseite derselben; wenn er trocken ist, mit eben jener Tusche einen etwas breiteren darüber, und fährt auf gleiche Weise so lange fort, bis der Schatten eine der Höhe des Ufers angemessene Breite und so viel Absätze erhalten hat, als man ihr geben will, und überdeckt endlich die ganze Fläche, den Schatten mit inbegriffen, mit jener dünnen Tusche. — Ist auf eine oder die andere Weise der Schatten angelegt, so wird noch der Uferrand mit einer in sehr starke Tusche eingetauchten Zeichnen- oder Reißfeder ausgezogen, damit derselbe entschieden hervortrete.

Zeichnung v. Fluß-, Straßen- u. Wegelinien.

§. 102. Große Schwierigkeiten macht es in der Regel dem Anfänger, vielfach gekrümmte Fluß-, Straßen- und Wegelinien, die in Bleistift fein vorgezogen sind, so in Tusche auszuführen, daß ihr Strich überall gleich stark, ebenmäßig gekrümmt und nirgend eckig ist; daß bei Bächen, die durch eine Linie dargestellt werden, diese allmählig, fast unmerklich, breiter wird, wie der Wasserreichthum wächst; und daß bei Straßen und Flüssen, die durch zwei Linien bezeichnet werden, die letzteren überall parallel liegen. Die durch das Schreiben verwöhnte Hand ist immer geneigt, zwischen jeglichen zwei Krümmungen vom feinen Haar- zum breiteren Grundstrich überzugehen, sie muß daher gezwungen werden, einen gleichmäßigen Druck auf die Feder und deren beide Spitzen auszuüben, und die Feder so zu wenden, daß die Breitenrichtung der Spitze stets senkrecht zur Richtung jener Linie steht. — Da wo die letztere nicht durch einen Zug der Hand vollendet werden kann, muß die Feder sanft abgesetzt, senkrecht in die Höhe gezogen, etwas oberhalb jenes Punktes wieder sanft eingesetzt und, indem man allmählig wieder zu dem früheren Druck übergeht, fortgezogen werden. Uebung macht auch hierin den Meister, und je widersinniger gekrümmt man sich solche Linien mit Bleistift vorzeichnet, und sie anfänglich mit, dann ohne Wendung des Papiers mit Tusche überzieht, desto schneller erreicht man das erwünschte Ziel. Stahlfedern sind dem Anfänger dazu gar nicht zu empfehlen, ihr Gebrauch setzt eine große Geübtheit voraus, weil sie weit mehr Federkraft besitzen, und daher weit empfindlicher gegen

den Wechsel des Drucks der Hand als Gänse- und Rabenfedern, und auch zu scharf und spitz sind. Viel brauchbarer sind dagegen solche feine Reißfedern, deren elastische Spitzen durch eine kleine Schraube nach Bedürfniß aus einander getrieben, aber nicht zusammengedrückt werden. Gewöhnt man sich bei Zeiten an ihren Gebrauch, so wird man aller der Plage und Mühe überhoben, die bei Zeichnung gekrümmter Linien durch das Bestreben, einen gleichmäßigen Druck auf die Feder auszuüben, erzeugt werden, und viel schneller, als mit dieser, arbeiten können. Die mit Reißfedern gezogenen Linien sind viel bestimmter und schärfer, als jene durch Zeichnenfedern hergestellten, sehen mithin viel besser und gefälliger aus, erhalten aber leicht scharfe Ecken oder Winkel, wenn sie von einer ungeübten Hand ausgeführt werden. Um diese Ecken zu vermeiden, muß man die Reißfeder zwischen Daumen und Zeigefinger stets so drehen, daß die Linie, durch welche man sich ihre beiden Spitzen verbunden denken kann, überall die Richtung der zu zeichnenden Linie senkrecht durchschneidet, und beide Spitzen das Papier gleichmäßig berühren. Hat man im Gebrauch der Reißfeder einige Fertigkeit erlangt, so gewinnt man schon dadurch viel Zeit, daß man mit ihr Linien jeglicher Stärke durch einen Zug der Hand und ohne Vermehrung des Druckes herstellen kann. Die äußere Seite der Reißfeder muß man dabei aber stets rein erhalten, weil sonst die Ränder der Linie nicht scharf bestimmt werden. — Erst dann, wenn man in Herstellung gleich starker Linien die gehörige Uebung erlangt hat, gehe man zur Zeichnung allmählig stärker werdender, paralleler gerader, später paralleler gekrümmter Fluß- und Wegelinien über. Fast nichts verdirbt das Ansehen eines Planes mehr, als wenn die Begrenzungslinien der Straßen nicht parallel, und die schwarzen und braunen Linien der Wege von wechselnder Breite sind. Das letztere kann zum Theil dadurch vermieden werden, daß man die braune Wegefarbe nicht mit dem Pinsel, sondern mit einer weichen und stumpfen Zeichnenfeder aufträgt. — Bei parallelen, aus freier Hand gezogenen, Linien verfällt der Anfänger gewöhnlich in den Fehler, daß er die zweite, zur rechten Hand liegende Linie, bei allen Biegungen links zu entfernt, bei allen Biegungen rechts zu nahe der ersteren zieht. Ist man aber auf diesen Fehler einmal aufmerksam geworden, so läßt er sich leicht vermeiden. —

Das Schraffiren der Orte, Gewässer u. Wiesen.

§. 103. Das Schraffiren der Orte und Gewässer, bei ganz schwarz gezeichneten Plänen, ist eine sehr mühsame und

zeitraubende Sache, wenn es mit Nettigkeit ausgeführt werden soll. Leichter ist das Schraffiren der nassen Wiesen, obwohl man häufig in den Fehler verfällt, die Striche nach der rechten Seite zu höher als nach der linken auszuziehen. — Die Schraffirstriche, zur Darstellung bewohnter Orte, müssen stets gleichmäßig fein, parallel und nicht zu lang sein. Jedes Schleifen oder Sichberühren zweier Striche macht einen unangenehmen Eindruck auf das Auge, und ist daher sorgfältig zu vermeiden. Eine Hauptregel dabei ist, die Feder nicht zu voll zu nehmen und immer gleichmäßig, aber nicht mit zu starker Tusche, zu füllen. Die Gebäude werden vor dem Schraffiren eingezeichnet, weil sie sich sonst nicht scharf und bestimmt markiren. Je eckiger und schärfer sie sind, desto hübscher nehmen sich die Orte aus. — Die Schraffirstriche für Wasserflächen werden, wenn man von den Ufern nach der Mitte zu arbeitet, immer um etwas weiter von einander entfernt, und immer feiner und feiner, zuletzt kaum sichtbar, gezeichnet und, so weit es angeht, mit dem Ufer und unter sich parallel geführt. Die weißen Zwischenräume, die in der Mitte von Flüssen, deren Ufer nicht parallel sind, oder in denen Inseln liegen, zuletzt übrig bleiben, werden, in Rücksicht ihrer Form, wie Seen oder Teiche schraffirt. Auch kann man, was zweckmäßiger zu sein scheint, die Flüsse nach dem Stromstriche schraffiren, d. h. den letzteren, wie die tiefsten Stellen des Flusses, durch die dichteren und breiteren Schraffirstriche andeuten. Dann wird die erste und stärkste Schraffirlinie in der Mitte der Strombahn gezogen, dadurch der Fluß seiner Länge nach in zwei Theile zerlegt, und jeder der letzteren wie ein Fluß mit nicht parallelen Ufern schraffirt. — Die Schraffirlinien nasser Wiesen, Brücher ꝛc. müssen, wie sämmtliche Punkte und Strichlagen von Haiden, Hutungen, trocknen und nassen Wiesen u. s. w., mit dem unteren Rande des Planes und der Charte parallel liegen und gleich stark gehalten werden. Zum Schraffiren der nassen Wiesen kann man sich dort, wo es mehr auf Schnelligkeit als auf Sauberkeit der Ausführung ankommt, eines starken Pinsels bedienen, dessen Spitze senkrecht gegen den Haarstrich abgestumpft ist. Nachdem man Carminblau dick eingerieben, wird der Pinsel darein getaucht, die Tusche durch den Daumen und Zeigefinger der linken Hand wieder aus dem Pinsel, und der letztere so breit gedrückt, daß er sich in viele einzelne Spitzen zertheilt. Mit diesem breiten, getheilten Pinsel fährt man sodann, parallel mit

dem unteren Planrande, leiſe über die angelegte Wieſenfläche, und macht mit einem Zuge der Hand, ſo viel parallele blaue Schraffirſtriche, als der Pinſel Spitzen hat. — Wer ſich hierin eine große Gewandtheit angeeignet, kann dies Verfahren auch ſelbſt bei ſauber gezeichneten Plänen, ohne Nachtheil für die Nettigkeit, anwenden, weil die dadurch hergeſtellten Schraffirſtriche ein ſehr weiches, zartes Anſehen erhalten.

Bäume und Wälder.

§. 104. Die Bäume, ſowohl die einzeln ſtehenden, als die zu Gebüſchen und Wäldern gruppirten, werden — freilich mit Ueberſchreitung des Maßſtabes — bald im Grundriſſe, bald im Aufriſſe dargeſtellt. Wieviel Bäume auf einem gewiſſen Terrainabſchnitte vorhanden ſind, hat kein militairiſches Intereſſe und könnte auch in dem kleinen Maßſtabe unſerer Pläne und Charten gar nicht angegeben werden, wohl aber, ob ein Gehölz oder Wald aus dichtem oder lichtem, hohem Holz oder aus jungem Aufſchuß beſteht, ob der Wald von Geſtellen (Wildbahnen, Schlägen) durchſchnitten wird, und ob er abgeholzte Stellen oder Waldblößen enthält. — Dichtes und lichtes Holz iſt eben ſo leicht in unſeren Plänen durch die nähere oder fernere Stellung, wie hohes und niedriges (junges) Holz durch die Größe der gezeichneten Bäume zu unterſcheiden. Will man die Baumart andeuten, ſo kann ſie entweder durch eine beſondere Farbe oder eine paſſende Form der Baumzeichen ausgedrückt, oder es kann deren Name hineingeſchrieben werden. — Sämmtliche gezeichneten Bäume, mit Ausnahme der Alleen und Plantagen, die nur durch ſtarke, runde Punkte dargeſtellt werden, müſſen ſtets eine ſenkrechte Stellung zur untern Randlinie der Zeichnung erhalten, und wie in der Natur, bald ferner bald enger ſtehen, von verſchiedener Größe, die kleineren runder, die größeren mehr langgeſtreckt und gruppirt ſein. Eine Waldzeichnung, in der die Bäume in Reihen, und ein gezeichneter Fluß oder Bach, an deſſen Ufern ſie wie in einem Gliede aufmarſchirt ſtehen, macht einen eben ſo unangenehmen Eindruck auf das Auge, als wenn ſie eine ſchräge Richtung gegen die untere Randlinie annehmen. Pläne mit Bäumen von letzterer Art ſehen aus, wie Gegenden, die von Windbrüchen gelitten haben. — Viele Zeichner verderben ihre illuminirten Pläne dadurch, daß ſie die Waldfarbe zu dunkel wählen und die einzelnen Bäume mit dem Pinſel zeichnen. Durch eine zu dunkle Farbe der Bäume wird das Terrain zu ſehr verdeckt und durch den Pinſel die Bergzeichnung, wenn die ſchwarze Tuſche nicht ſehr feſtſteht, verwiſcht und die Form der Baum-

zeichen nicht gefällig. Viel beſſer ſehen die Bäume und Wälder aus, deren Farbe ſo hell gewählt wird, daß ſie auf dem Plane kaum ſichtbar iſt, bevor der ſchwarze Punkt unter jedes Baumzeichen geſetzt iſt, und wenn die einzelnen Bäume mit einer ganz weichen, ſtumpfen Feder gezeichnet werden. Andere Zeichner halten ihre Arbeit dadurch ſehr auf, daß ſie zuerſt die ſchwarzen Punkte und ſodann die farbigen Baumſtriche darüber machen. Hierdurch geht die Möglichkeit verloren, die Bäume gehörig zu gruppiren, die aus Verſehen oder durch Zufall ſchräggeſtellten, durch eine zu ihnen zweckmäßig gewählte Lage eines oder zweier ſchwarzer Punkte wieder aufzurichten und ungenirt fortzuarbeiten. Sie müſſen die Feder zu jedem Baumſtrich ſorgſam in der richtigen Höhe und vertikal über dem ſchwarzen Punkt anſetzen, und genau an dem letzteren wieder aufheben, wenn derſelbe nicht löſchen und ſeine ſchwarze Farbe dem Baumſtriche nicht mittheilen ſoll; während ſie, wenn ſie den Baumſtrich zuerſt, den Punkt zuletzt machen, weder im Anſetzen der Feder noch in der Länge der Baumſtriche genirt ſind. Iſt der Strich zufällig zu lang geworden, ſo macht man zwei Bäume von gleicher oder ungleicher Länge daraus, indem man einen Punkt in die Gegend der Mitte, den anderen an das untere Ende des Striches ſetzt. Die ſchwarzen Punkte können entweder durch eine weiche Zeichnen-, nicht Stahlfeder, oder mit einem Stifte von halbhartem Holze gemacht werden, deſſen Spitze die Dicke des Umfangs der Punkte, und in der Mitte der Spitze, durch den Stich einer ſtarken Nadel, eine Vertiefung zur Aufnahme der ſtark eingeriebenen ſchwarzen Tuſche erhält. Die mit der Feder hergeſtellten Punkte ſehen aber beſſer aus; mit dem Stifte geht die Arbeit dagegen viel ſchneller von Statten, und man macht mit ihm in gleicher Zeit dreimal ſo viel Punkte als mit der Feder. — Die Baumpunkte der Alleen und Plantagen haben gleichen Umfang mit denen der Wälder, müſſen aber viel ſorgfältiger, kreisrund, nicht zu groß gemacht und gleich weit von einander entfernt geſetzt werden, wenn ſie ein gutes Anſehen erhalten ſollen. Ueberhaupt ſind gut gezeichnete Bäume eine große Zierde der Pläne und Charten. — Verſchiedentlich iſt die Anſicht ausgeſprochen worden, die Wälder durch eine Farbe, ähnlich wie Wieſen, Brücher, Haiden u. ſ. w., auszudrücken, und gar keine Bäume zu zeichnen. Allein abgeſehen davon, daß dies mit manchen Schwierigkeiten verknüpft ſein dürfte, da manche Wälder ſich über Wieſengrund und Brücher erſtrecken, und die

Waldpartieen auf Höhenterrain schon angelegt werden müßten, bevor die Berge gezeichnet werden können, so scheint es schon deswegen nicht rathsam, weil die Waldungen nicht immer zusammenhängend sind, oft nur aus einzelnen Baumgruppen bestehen, die sich über ein ausgedehntes Terrain verbreiten, und man die Zeichen für Bäume zu Alleen, Plantagen, Einfassungen von Wiesenrändern, Seen, Flußufern ꝛc. doch nicht würde entbehren, und lichten von dichtem Wald, Stangenholz von Schonungen nicht würde unterscheiden können. Auch müßte nothwendig das Ansehen der Zeichnungen darunter leiden. —

Im Aufriß gezeichnete und andere Signaturen.

§. 105. Was schließlich die Windmühlen, Lärmstangen, Wegweiser, Warnungstafeln, Kreuze, Weinstöcke und alle übrige im Aufriß darzustellende Signaturen anbetrifft, so müssen auch sie stets senkrecht gegen die untere Randlinie des Planes und der Charte, und so scharf und bestimmt wie möglich gezeichnet werden. Ueber sie, wie über das ganze Heer aller andern willkürlich gewählten oder auf näherer oder entfernterer Aehnlichkeit mit den wirklichen Gegenständen begründeten Signaturen, sprechen sich die Musterblätter und die für sie gegebenen Vorschriften genügend aus, daher können wir sie hier füglich übergehen.

## V. Von der Plan- und Chartenschrift.

Wichtigkeit d. Schrift.

§. 106. Die Schrift ist ein sehr wesentlicher Bestandtheil der Pläne und Charten. Sie giebt dem Kinde erst den Namen, indem sie sagt, was für Gegenden und Orte dargestellt sind. Ohne die Schrift würden wir darüber im Unklaren bleiben, und wohl Zeichnungen von Terrainabschnitten und Gegenden erhalten, aber dieselben entweder gar nicht benutzen, oder doch uns auf ihnen nicht hinlänglich orientiren können. Der Schrift muß daher keine mindere Aufmerksamkeit geschenkt werden, als der Darstellung der Unebenheiten des Bodens und der anderen Terraingegenstände.

Anforderungen an eine gute Plan- u. Chartenschrift.

§. 107. Von einer guten Plan- und Chartenschrift kann man verlangen, daß sie

1) vollkommen deutlich sei und ohne alle Anstrengung gelesen werden könne;
2) eine solche Stellung zu den Gegenständen, die sie benennen soll, erhält, daß keine Zweideutigkeiten Statt finden, und man nicht etwa glauben kann, daß ein Name, der einem Orte gebührt, einem anderen zukomme, ein Fall,

der auf nicht sorgsam beschriebenen Plänen und Charten häufig vorkommt;

3) ihrer Art und Lage, so wie ihrer Größe nach, in verschiedene Abtheilungen zerfalle, damit von ihr auf die größere oder mindere Wichtigkeit der einzelnen Orte und Terraingegenstände, die sie benennt, geschlossen werden kann;

4) daß ihre Größe im genauesten Ebenmaße mit der Größe des Maßstabes der Terraindarstellung stehe. Eine Charte im Maßstabsverhältniß von $\frac{1}{100000}$ muß eine andere Schrift erhalten, wie eine Situationszeichnung in dem von $\frac{1}{12500}$, wenn der Totaleindruck der Zeichnung nicht leiden soll;

5) daß die Form der Buchstaben den Schönheitssinn nicht verletze, sondern durch das Ebenmaß bedingt wird, welches sich in jeder Zeichnung ausspricht, die gefällig in's Auge fällt. Die Schrift darf daher weder zu lang und mager, noch zu kurz und fett sein. Findet gegen diese Regel ein Verstoß Statt, so ist kurze und fette Schrift noch eher zu ertragen, als lange und magere, weil durch jene wenigstens die Deutlichkeit nicht leidet.

Stellung der Schrift z. den zu benennenden Gegenständen.

§. 108. Die Stellung der Schrift zu den zu benennenden Gegenständen richtet sich theils nach der Lage und Richtung, theils nach der Ausdehnung derselben. So viel es irgend angeht, müssen ihre Zeilen parallel mit dem unteren Planrand laufen, damit sie ohne Wendung der Zeichnung gelesen werden kann. — Bei Orten kommt die Schrift entweder über dieselben, oder an die rechte obere Ecke; erstrecken sie sich so langgedehnt, wie z. B. die meilenlangen schlesischen oder anderen Gebirgsdörfer von Süden nach Norden, rechts, und wenn dies nicht angeht, links neben die Mitte derselben; bei Canälen, Bächen ꝛc., parallel mit denselben auf ein Ufer; bei Flüssen, wenn sie breit genug sind, in dieselben und, wenn es angeht, so zu stehen, daß sie in der Richtung des Stromlaufs gelesen wird. — Die Schrift zur Benennung von Wiesen, Wäldern, Seen und allen großen Gegenständen setzt man in die Mitte derselben, und ist es möglich, parallel mit dem unteren Planrand; die Namen der Berge auf die Kuppe oder in deren Nähe; von Gebirgen, Gebirgsrükken, Thälern und Schluchten ꝛc. in deren Richtung dar-

über, und die aller übrigen kleineren Gegenstände rechts daneben. — Befindet sich dort, wo die Schrift nach dieser Regel hinkommen sollte, irgend ein Gegenstand, der von ihr entweder gänzlich oder doch so verdeckt werden würde, daß er einer richtigen Beurtheilung dann entzogen wäre, so ist es der Beurtheilung des Zeichners überlassen, ihr eine andere Stellung, jedoch nur eine solche anzuweisen, die zu keiner Zweideutigkeit oder Irrung Anlaß geben kann. — Auf Situationszeichnungen, die auf einem Blatte einen beschränkten Terraintheil darstellen, schreibt man auch an den Rändern über die Wege und parallel mit denselben am linken und oberen Rand, woher sie kommen, am rechten und unteren Rand, wohin sie führen, damit die Schrift in der Richtung der Wege und, wenn man sich den unteren und linken Rand zukehrt, ohne weiteres Drehen und Wenden des Planes gelesen werden könne.

Schriftarten und Ziffern.

§. 109. Bei den topographischen Arbeiten des Königlich Preußischen Generalstabes werden drei Schriftarten unterschieden, nämlich: Capital-, Römische und Cursivschrift, deren jede wieder in zwei Unterabtheilungen: in stehende und liegende Capital-, stehende und liegende römische, und in italienische (englische) und topographische (lateinische) Cursivschrift zerfällt, Fig. 59, und in verschiedener Größe ausgeführt werden kann. Die topographische Cursivschrift weicht von der italienischen (italischen) darin ab, daß sie kleiner als diese ist, und bis zur höchsten Kleinheit vermindert zu werden sich eignet; daß die feinen Quer-Grundstriche, welche z. B. in der italischen Schrift das h, k, m, n und r absetzen, bei ihr wegfallen, bei dem p und q dagegen beibehalten werden, und daß die Anfangsbuchstaben zwar aus liegender Capitalschrift bestehen, jedoch einige Abweichungen erleiden, wodurch sie gefälliger erscheinen. Dies trifft das A, K, M, N, S, V, W, X und Z. Sie sind doppelt so hoch als die Grundschrift. — Alle sogenannten Züge und Schnörkel sind auf militairischen Plänen zu vermeiden. — Wo Zahlen vorkommen, können, nach Bewandtniß der Umstände, die stehenden und liegenden römischen oder die arabischen (gewöhnlichen) Ziffern gebraucht werden. —

Wahl der Schriftart u. deren Größe.

§. 110. Die Wahl der Schriftart und deren Größe wird bestimmt: theils durch die Natur, das bleibende und allgemeine Interesse und die relative Wichtigkeit der Gegenstände, die benannt (beschrieben) werden müssen, theils durch die Größe des Maßstabes und den mehr oder minder bedeckten Grund, auf den die Schrift gesetzt werden muß. So ist z. B. zur Benennung eines Waldes

eine kleine Schrift nicht tauglich, weil sie, umgeben von den vielen Baumzeichen, dem Auge fast gänzlich entschwinden würde. Ueberreichen wir irgend Jemanden einen Plan zur Beurtheilung, so wird er zuerst das Ganze überblicken, um zu erfahren, welche Gegend ihm in der Zeichnung vorliegt, welche Hauptorte, Städte, Forts, Gebirge, Vorgebirge, große Thäler, Ströme, Meere, Inseln, Seen, Wälder ꝛc. darauf enthalten sind. Daher müssen diese, wie die politischen Eintheilungen mit der größten, das ist Capitalschrift, und nach dem Grade ihrer Wichtigkeit und Größe, mit stehender oder liegender, größerer oder kleinerer, beschrieben werden. — Hiernächst rückt er mit dem Auge näher und sucht einen Ueberblick über irgend einen Terrainabschnitt oder irgend einen Theil der dargestellten Gegend zu gewinnen und zu erfahren, welche Flecken, Dörfer und kleinere bewohnten Orte darauf liegen, welche Flüsse und kleinere fließenden Gewässer sie durchziehen, von welchen Wiesen, Bergen, Thälern, Buchten ꝛc. sie eingenommen wird u. s. w. Die Namen aller dieser Gegenstände und aller wesentlichen Bestandtheile des Terrainabschnitts müssen ihm daher zuerst, die der minder wichtigen später in die Augen fallen, die ersteren also mit größerer, die letzteren mit kleinerer Schrift und zwar alle zur Unterscheidung von den noch wichtigeren Gegenständen mit römischer — stehender oder liegender — Schrift beschrieben werden. — Endlich handelt es sich darum, das kleine unwesentliche Detail, welches theils die Art, theils das innere Wesen der Gegenstände, das sich nicht unmittelbar aus der Zeichnung selbst ergiebt, anzeigt, oder nur zur Orientirung dient, kennen zu lernen. Man wird daher dasselbe mit der kleinsten Schrift und nach dem größern oder geringern Grad seiner Bedeutsamkeit mit der italienischen oder topographischen Cursivschrift beschreiben.

Wollte man diese drei Hauptklassen von Gegenständen mit ein und derselben größeren Schrift benennen, so würde man auf dem Plane ein Gewirre verschiedener Namen erhalten, die Bergzeichnung und die Darstellung der anderen Terraingegenstände erdrücken oder doch so verdecken, daß manches nicht mehr deutlich zu erkennen wäre. Wählte man hingegen wieder lauter kleine Schrift, so würde man nur mit großer Mühe die Namen der wichtigsten Gegenstände herausfinden, den Ueberblick und die Orientirung erschweren und dadurch die Brauchbarkeit des Planes vermindern. — Ueberhaupt muß jede Ueberladung eines Planes oder einer Charte mit Schrift vermieden werden, weil

dadurch nur Undeutlichkeiten und Irrungen entstehen und zuviel Terrain verdeckt wird. — Damit nun bei Beurtheilung der Terraingegenstände in Bezug auf die Auswahl der Schrift von allen Zeichnern nach gleichen Grundsätzen verfahren, jede Willkürlichkeit vermieden und Gleichmäßigkeit in den Plänen verschiedener Arbeiter, und in allen Blättern einer großen Landesvermessung bewirkt werde, so sind höhern Orts bestimmte Regeln für die Auswahl der Art und Größe der Schrift festgesetzt worden. Sie sind gleichfalls aus den Musterblättern zu entnehmen. Der dem letzteren beigefügte Schriftmesser (Metrograph) bestimmt die Höhe der langen und kurzen Buchstaben.

Was endlich den Titel der Pläne anbetrifft, so wird derselbe aus mehreren Schriftarten zusammengesetzt. Eine genaue Vorschrift ist nicht möglich, weil die Titel zu sehr von der Größe der Pläne und anderen Umständen abhängig sind. Die Wahl der Schriftarten und ihre Zusammenstellung muß daher dem Kunstsinn des Zeichners anheim gestellt bleiben. Nimmt der Titel mehrere Reihen ein, so sollen sie von der Mitte rechts und links einander in gleichen Verhältnissen übergreifen (debordiren), nicht aber auf einer Seite länger oder kürzer, als auf der andern sein. Die Lapidarschrift kann sehr glücklich dabei benutzt werden. Diese ist entweder offen und erhaben, die stehende Capitalschrift liegt ihr zum Grunde; die Schatten werden noch durch einen Schlagschatten in blasser Tusche abgesetzt; oder offen und erhaben ohne Schlagschatten, oder aber ohne Einfassung mit der Feder, nach vorhergegangener Bleivorzeichnung, gleich mit dem Pinsel und blasser Tusche gemalt, und dann durch einen starken schwarzen Federschatten abgesetzt. Ein Schlagschatten ist in diesem Falle nicht anwendbar, auch eignet sich keine liegende Schrift dazu. — Vertiefte Lapidarschrift ist nicht gebräuchlich.

Die Form der Schrift.

§. 111. Die Form der Buchstaben muß soviel Ebenmaß wie möglich besitzen. Eine schöne Schrift trägt eben so zur Verschönerung eines Planes bei, wie eine schlechte Schrift zur Entstellung desselben. Ein schlecht gezeichneter Plan kann durch eine schöne Schrift gehoben, ein schön gezeichneter Plan durch eine schlechte Schrift gänzlich verdorben werden. Der Oberst von Decker *) nennt sie daher den Schönheitsstempel der Zeichnung. — Glaube Niemand, daß, wer eine schlechte

*) Das militairische Aufnehmen ꝛc. Berlin 1816, bei Mittler. S. 28.

Hand schreibt, nicht lernen könne, einen Plan schön beschreiben. Planschrift wird nicht geschrieben, sie wird gezeichnet, und zwischen Schreiben und Zeichnen ist ein himmelweiter Unterschied. Wer aber einen Plan schön beschreiben will, muß viel Uebung und einen gewissen Schönheitssinn haben. Ohne diesen wird er nie eine schöne Schrift und noch weniger schöne Ziffern liefern, weil die letzteren noch mehr Freiheit der Hand und Schönheitssinn erfordern. Die allgemeine regelrechte Form der Buchstaben uud Ziffern kann er zeichnen lernen, allein das Gefällige in der Form und die Zusammenfügung der Buchstaben zu Namen und der Ziffern zu Zahlen muß das Talent, der Schönheitssinn geben. Ein Name nimmt sich besser aus, wenn die Buchstaben eng an einander geschoben, der andere, wenn sie entfernt von einander stehen. Das kann nicht gelehrt, es muß gefühlt werden. Wer Planschrift gut schreiben lernen will, vergegenwärtige sich stets bei ihrer Ausführung, wie ein Buchstabe aus dem andern entsteht oder aus zwei Buchstaben zusammengesetzt ist, I. o und v sind die Grundbuchstaben, alle anderen bilden sich aus der Form derselben. In welcher Reihenfolge zeigt Fig. 60 und ebenso wie die Umgrenzungen der Buchstaben, oder die Linien, aus denen sie bestehen, vorgezogen werden müssen und welcher Hilfen man sich dabei bedienen könne. Darum sind die Buchstaben nur zum Theil schwarz ausgefüllt.

Hilfsconstruction zur Beschreibung eines Plans.

§. 112. Wenn ein Plan beschrieben werden soll, so errichte man an den Stellen, wo die Schrift zu stehen kommt, Perpendikel *) gegen die Richtung, welche die Schriftzeile erhalten muß, nehme vom Schriftmesser das Maß der Länge der Buchstaben mit dem Handzirkel ab, trage es für Capitalschrift ein-, für Römische und Cursivschrift zweimal auf den Perpendikel und bezeichne jeden feinen Zirkelstich, um ihn leicht wieder auffinden zu können, durch einen feinen Bleistiftskreis. Hierauf ergreife man das Lineal und den Triangel, lege den letzteren, wie in Figur 61, mit einer Kathetenseite AB, so an den obersten oder untersten Zirkelstich, daß sie entweder parallel mit dem untersten Planrand oder der der Schriftzeile zu gebenden Richtung zu liegen kommt, an die Hypothenusenseite des Triangels das Lineal, und ziehe mit Hilfe des Abschiebens

*) Sind Quadrate über den Plan gezogen, so bedarf man der Perpendikel für die Schrift nicht, welche parallel mit einer Randlinie steht, denn man kann das Maß ihrer Höhe auf die senkrechten Quadratlinien tragen.

durch die Zirkelstiche Parallellinien. Hierbei hat man indessen genau darauf zu achten, daß die Bleistiftslinien möglichst fein werden und durch die Mitte des Zirkelstichs gehen, weil die geringste Ungenauigkeit bei der verhältnißmäßig geringen Höhe der Buchstaben einen sehr merklichen Einfluß auf deren Größe ausübt. Aus demselben Grunde muß das Maß für die Höhe der Buchstaben gleich so oft auf den Plan getragen werden, als Namen vorhanden sind, die mit Schrift einer Größe geschrieben werden. Soll stehende Capital- oder stehende römische Schrift ausgeführt werden, so zieht man sofort mittelst des Abschiebens an der anderen Kathetenseite BC des Triangels eine beliebige Anzahl, willkürlich weit von einander entfernt liegender Perpendikel durch die Parallelen, welche dazu bestimmt sind, beim Schreiben die senkrechte Stellung der Buchstaben zu erleichtern. — Soll die Schrift dagegen eine liegende werden, so legt man, nachdem die Parallelen für die Schriftzeile gezogen sind, den Triangel mit einer Kathetenseite BC Fig. 62, an das unverrückte Lineal, und zieht an der anderen Kathetenseite AB desselben, wie vorhin Perpendikel, so jetzt Transversalen. — Ist dies geschehen, so zeichnet man mit einem feinen weichen, aber scharfen Bleistift die Schrift vor. Dabei müssen die Linien so fein wie möglich gezogen werden und alle Buchstaben eines Namens gleich weit von einander entfernt zu stehen kommen. — Die großen Buchstaben der römischen Schrift, sind Capitalschrift, und reichen von der untersten zur obersten Parallele. Die langen kleinen Buchstaben sollen eigentlich ein wenig kürzer als jene sein, allein um eine vierte Parallele zu ersparen, macht man sie in der Regel eben so lang. Endlich die kurzen kleinen Buchstaben füllen den Raum zwischen den beiden untersten Parallelen. — Ist die Schrift in Bleistift ausgeführt, so wird sie mit feinen Tuschlinien umzogen, die möglichst scharf und bestimmt sein müssen; darauf ausgelöscht, was von Hilfslinien vorhanden ist, und endlich jeder Buchstabe mit einer vollen weichen Feder und recht dunkel schwarz ausgefüllt. Wer Uebung im Zeichnen der Planschrift erlangt hat, kann das Vorziehen der Buchstaben mit Bleistift sparen. Er gewinnt dadurch Zeit, und die Schrift eine größere Schärfe, weil selbst die feinsten Bleistiftslinien die Tusche am Einziehen in die Poren des Papiers verhindern, und dadurch rauhe Ränder der Schriftzüge veranlassen. Die Fig. 61 und 62 stellen das beschriebene Verfahren bildlich dar, nur sind die Hilfslinien stehen geblieben. — Wenn die Schriftzeile einer

Landesgrenze, einem Flußufer oder irgend einer anderen krummen Linie parallel laufen soll, folglich gleichfalls gekrümmt werden muß, so zieht man wie in Figur 63 geschehen, aus freier Hand zunächst eine Parallele mit jener Linie durch alle Hauptkrümmungspunkte derselben, und wenn man es für nöthig erachtet, auch zwischen diesen, so gut es gehen will, Perpendikel gegen deren Richtung, trägt auf diese Perpendikel von der Parallele aus, das vom Schriftmesser abgenommene Maß für die Höhe der Buchstaben, legt durch die hierdurch erhaltenen Punkte die Parallellinien für die Schriftzeile, endlich durch diese, gleichfalls aus freier Hand, die senkrechten oder transversalen Hilfslinien für die Stellung der Buchstaben, und führt sodann die Schrift, auf die oben angegebene Weise, weiter aus.

## Einige Bemerkungen über den Gang und die Methode bei Erlernung des Planzeichnens.

Allgemeine Ansicht über die Kraft der Zeichnung.

§. 113. Pläne und Charten zum Kriegsgebrauch müssen bei jeglicher Beleuchtung, die überhaupt noch gestattet, eine gedruckte, oder geschriebene Schrift zu lesen, benutzt werden können, und dürfen auf kein scharfes Auge berechnet werden. Nicht Jeder kann sich desselben erfreuen; auch ist schon das Auge eines großen Theils der höhern Officiere, für deren Gebrauch hauptsächlich die topographischen Arbeiten bestimmt sind, in Folge anstrengender Arbeiten oder des reiferen Alters geschwächt. Was nutzt im Kriege, selbst beim Manöver, ein fein gekritzelter Plan, und wenn er auch mit der größten Mühe und Sauberkeit mit Raben- oder Stahlfedern gezeichnet und beschrieben wäre, wenn der Commandirende ihn nicht auf einem unruhigen Pferde, bei trübem Wetter, beim Schimmer der Lampe, eines flackernden Lichtes oder gar beim Scheine des Bivouacqfeuers lesen und danach seine Anordnungen treffen kann? Er ist ein überflüssiger Ballast, mit dem man sich zu seinem Nachtheil beschwert hat. — Daher halte man den Anfänger von vorn herein zu einer kraftvollen Zeichnung an, und mache ihm begreiflich, daß die Schönheit der Planzeichnung nicht in Feinheit der Bergstriche, spielender Nettigkeit und Künstlichkeit der Schrift und anderer Signaturen bestehe, sondern in der Deutlichkeit, dem richtig gewählten Colorit, und der Harmonie des Ganzen, mit einem Worte in der Kraft und dem Charaktervollen der Darstellung.

Ausbildung des Augenmaßes und der Freiheit der Hand.

§. 114. Besitzt der Anfänger keine Uebung im freien Handzeichnen, so muß er sich vor allen Dingen dieselbe zu erwerben suchen, bevor er Planzeichnungen beginnt. Am schnellsten wird er sie erreichen, wenn er sich bemüht, willkürlich lange, aus freier Hand gezogene gerade Linien nach dem Augenmaße in verschiedene gleiche Theile zu zerlegen; Linien aus freier Hand zu ziehen, die mit einer gegebenen gleich lang, entweder gerade oder eben so gebogen und gekrümmt wie jene sind, oder in einem bestimmten Verhältniß zu ihr stehen; gegebene Winkel zu schätzen und in gleicher Größe ohne Hilfe von Instrumenten darzustellen; hiernächst reguläre, dann irreguläre Figuren, anfänglich in gleichem, dann in einem gegebenen größeren oder kleineren Verhältniß mit dem Bleistift, später sogleich mit der Zeichnenfeder zu kopiren ꝛc. Hat er auf diese Weise sein Augenmaß ausgebildet und seine Hand eine gewisse Freiheit erworben, so geht er zum Planzeichnen über. Hierbei kann er aber keinen unglücklicheren Weg einschlagen, als wenn er seine Zeichnenübungen mit der Darstellung solcher künstlichen und natürlichen Terraingegenstände, wie Ortschaften, Mühlen, Forsthäuser, Straßen, Dämme, Brücken, Flüsse, Wiesen, Wälder, Weinberge ꝛc. beginnt und sich mit der Skala von Bergzeichnungen lange abmüht. Dadurch verwöhnt er Auge, Hand und Urtheil. Mit der Hauptsache, der Bergzeichnung, muß er anfangen, und eine nette Ausführung jener Gegenstände von Hause aus nur als Nebensache betrachten lernen.

Ausbildung der Festigkeit der Hand.

§. 115. Die Festigkeit der Hand gewinnt zwar durch Zeichnung der Skala, weil die Bergstriche nach den Gesetzen der Beleuchtung schiefer Flächen in einem gewissen Verhältniß zu einander und ihrem weißen Zwischenraum stehen, und dies nur durch einen bestimmten genau abgemessenen Druck der Hand erzielt werden kann, aber sie ist nicht allein durch jene Uebung zu erwerben. Daher wird der Anfänger allerdings die Gradationsskalen der beiden gebräuchlichsten Manieren durchzeichnen müssen, schon um die Abstufungen von Schwarz und Weiß der Lehmannschen und die Charaktere der v. Müfflingschen Bezeichnungsweise für die verschiedenen Böschungswinkel kennen zu lernen, aber damit noch andere Uebungen verbinden müssen. Die erstere Skala liegt der letzteren zum Grunde und ist einfacher als diese, sie muß also auch zuerst gezeichnet werden. Soll der Anfänger sich hauptsächlich nur in der v. Müfflingschen Manier vervollkommnen, so kann er die Lehmannschen Striche nach dem

durch die Müfflingſche Skala beſtimmten Verhältniſſe von Schwarz zu Weiß zeichnen.

§. 116. Die Ausführung der Gradationsſkala beginnt der Anfänger am füglichſten mit der Strichlage für 25°, weil in dieſer nach der Müfflingſchen Annahme der ſchwarze Strich gleich dem weißen Zwiſchenraume iſt, dem Auge es am leichteſten wird, ein gleiches Verhältniß darzuſtellen, und man alſo von jedem Anfänger mit Recht fordern kann, gleich ſtarke Striche zu zeichnen, die um die Breite eines ſolchen Striches von einander entfernt ſind. — Hat er die Skala in einerlei geraden und zuſammenhängenden Strichen, abnehmend an Stärke von 25 bis 0° und zunehmend an Stärke von 25 bis 45° gezeichnet, ſo führe er auf gleiche Weiſe dieſelbe mit den Müfflingſchen Charakteren aus und ſehe beim Zeichnen beider Skalen darauf: Ausführung der Gradationsſkala.

1) Daß die Striche ſenkrecht auf den geraden und parallelen Bleiſtifts-Horizontalen ſtehen, mithin parallel ſind, ſämmtlich gleiche Entfernung von Mitte zu Mitte und keine regelwidrigen Krümmungen haben.

2) Daß zu den Strichen jeder folgenden Reihe (Zeile) die Feder nicht in Verlängerung der Striche der vorhergehenden Zeile, ſondern in der Mitte des weißen Zwiſchenraums angeſetzt werde, und die einzelnen Theile der getheilten und gradigen Müfflingſchen Striche ſo zu einander liegen, daß die ſchmalen Räume zwiſchen dieſen Theilen keine weißen Zeilen bilden.

3) Daß zwiſchen den Strichzeilen einer oder verſchiedener Gradationen kein weißer Zwiſchenraum, der eine Terraſſe darſtellen würde, bleibe, ſondern daß die Strichzeilen einander genau berühren.

4) Daß die Bergſtriche im möglichſt richtigen Verhältniß der Breite zum weißen Zwiſchenraum ſtehen, daß ſie mit der Ab- und Zunahme des Böſchungswinkels verhältnißmäßig feiner oder ſtärker werden, und daß nirgend zwiſchen zwei an einander grenzenden Gradationen ein in die Augen fallender Abſatz entſtehe, ſondern eine Gradation allmählig in die andere übergehe.

5) Daß ſämmtliche Striche mindeſtens $\frac{1}{3}$, wo möglich $\frac{1}{2}$, Zoll lang und mit einem Zuge der Hand frei gemacht und nicht ängſtlich gemalt werden.

Zeichnung einzelner Berge zur Uebung in der Freiheit und Festigkeit der Hand.

§. 117. Nach Vollendung der mit Fleiß ausgeführten Gradationsskalen, gehe der Anfänger, ohne sich an deren Mängel zu stoßen, sofort zur Zeichnung von Bergabhängen über, wobei er die Uebung in Festigkeit der Hand mit der Uebung in Freiheit der Hand verbinden kann, denn beide gewinnen durch richtige Stellung normalmäßiger Striche gegen gekrümmte, wie gegen nicht parallele Horizontalen. Er zeichne zuerst einen convexen, dann einen concaven Berg mit parallelen Horizontalen, dessen Abhänge sich unter allen Böschungswinkeln von 0 bis 45 neigen, und sodann einen Berg irgend einer beliebigen Form mit nicht parallelen, sich sehr verengenden und ebenso sehr von einander entfernenden Horizontalen, und bestimme zugleich nach dem Böschungsmaßstabe oder nach der Entfernung der Horizontalen mit Hilfe des Projectionsverhältnisses verschiedener Neigungswinkel, die Böschungen der verschiedenen Bergschichten. Nichts ermüdet und langweilt mehr als ein wiederholtes Zeichnen der einförmigen Skalen. Man kann dem Anfänger dadurch Widerwillen gegen das Planzeichnen, aber nimmer Gewandtheit in letzterem beibringen.

Zeichnung größerer Bergpartien mit dem Gänsekiel und der Stahlfeder.

§. 118. Ist es gelungen, nur einen dieser drei Berge mit kräftigen Strichen einigermaßen verständlich zu zeichnen, so beginne der Anfänger sofort die Darstellung großartiger zusammenhängender Bergpartien mit langen Abfällen — versteht sich in großem Maßstabe — sehe dabei vorzüglich darauf, daß die Zeichnung kräftig, scharf, charaktervoll werde, und daß alle Bergstriche den gehörigen Schwung erhalten, d. h. senkrecht von der oberen Horizontale ausgehend senkrecht die untere treffen. Kann er die dazu gehörige Freiheit der Hand sich nicht sobald mit der Feder erwerben, so werfe er dieselbe weg, ergreife den Bleistift oder die schwarze Kreide und führe mit ihnen die Bergzeichnung aus. Sie geben ihm Kühnheit in der Darstellung. Keinenfalls bediene sich aber Jemand, der brauchbare militairische Pläne zeichnen will, der Stahl- oder Rabenfedern. Er würde durch deren Anwendung Hand und Auge verwöhnen, vielleicht nie jene so nothwendige Kraft und Freiheit der Hand sich erwerben, jahrelang mit der angewöhnten Kritzelei zu kämpfen haben, und nur mit vieler Mühe, nach vielen vergeblichen Versuchen, sich einen kräftigen Strich und eine charaktervolle Zeichnungsmanier aneignen können. Wer hätte nicht Zeichner kennen gelernt, die mit der Stahlfeder schön zeichnen, ohne dieselbe aber die unbedeutendste Bergpartie nicht mit Ausdruck darstellen können? Den Gänsekiel findet man überall, die Stahlfeder kann man nicht immer

immer mit sich führen. Darum ist der militairische Zeichner hauptsächlich auf den ersteren angewiesen. Er ist ihm die nutzbarste Zeichnenfeder. „Je stärker er ist, desto besser, desto länger hält er aus; das ist ein großer Vortheil; denn nichts frißt die köstliche Zeit mehr hinweg, als das Federnschneiden.“ — Nur wer sich hinlängliche Uebung, Festigkeit und Freiheit der Hand erworben, darf Zeichnungen in kleinerem Maßstabe ausführen, und wenn dieselben schnell entstehen sollen, zur Stahlfeder seine Zuflucht nehmen, um sich des mühsamen und zeitraubenden Federspitzens zu entziehen. Aber auch er wird besser thun, zu den gewöhnlichen Arbeiten sich des Gänsekiels zu bedienen, weil die Stahlfeder zu leicht die Hand verwöhnt.

Uebung im schnellen und charaktervollen Bergzeichnen durch Verbannung jeder Aengstlichkeit in der Strichlage.

§. 119. Wer beim Zeichnen jedes kleinen Berges das Papier ängstlich drehen muß, um die Gradationsstriche von oben gegen die Brust zu machen, bedarf viel Zeit zur Vollendung seiner Arbeit, und wird, wenn die letztere ein großes Format hat, dennoch oft von dem Drehen derselben abstehen müssen, weil er nicht so weit reichen und scharf sehen kann, als es beim Zeichnen mancher Berge nöthig werden dürfte. Daher, und weil das schnelle Zeichnen für jeden Officier ein Haupterforderniß ist, übe sich der Anfänger von vorn herein nach allen Richtungen hin die Bergstriche richtig zu den Horizontalen zu stellen und lasse sich durch mißlungene Versuche nicht abhalten, neue zu wagen. Erreicht er das Ziel, so bringt ihm die Uebung hundertfältige Früchte. Pläne, auf denen jeder Strich peinlich neben den vorhergehenden gesetzt, genau abgezirkelt und mit ängstlicher Sorgfalt ausgeführt ist, tragen das Gepräge einer mattherzigen Pedanterie, werden niemals ein gefälliges Ansehen haben, und leicht erkennen lassen, daß über der Kleinigkeitskrämerei die Hauptsache, der Charakter der darzustellenden Gegend, entweder ganz oder doch zum Theil übersehen ist. So wie Jemand, der etwas Gediegenes schreiben will, nicht auf die Züge seiner Hand, sondern auf den abzuhandelnden Gegenstand seine volle Aufmerksamkeit richtet, so muß auch der militairische Zeichner nur den Charakter der darzustellenden Gegend im Auge haben, und seine Hand das unwillkürlich ausführen lassen, was er in der Zeichnung geben will. — Allerdings kann nur viele Uebung und das Studium der Terrainlehre auf diesen Standpunkt erheben, allein er muß von dem militairischen Zeichner erreicht werden, der die Meisterschaft in seiner Kunst erlangen und nicht zeitlebens ein Stümper bleiben will. So wie eine schöne Handschrift Gewöhnung ist, so ist es auch größ-

tentheils eine charaktervolle Zeichnung. Allein es würde ein ganz unrichtiger Schluß sein: eine schöne Handschrift müsse sich auch mit einer schönen Zeichnung paaren. Im Gegentheil macht man häufig die Erfahrung, daß Leute, die außerordentlich schlecht schreiben, ausgezeichnet schön zeichnen, während andere, die schön schreiben, nur kraftlose, matte, Terraindarstellungen liefern. Das Leben, der Geist, welcher in einer Zeichnung herrscht, die richtige Auffassung und Darlegung der Physiognomie des Terrains, bestimmen ihren Werth; nicht nur die Genauigkeit in der Strichlage, nicht die Schönheit der einzelnen Signaturen, nicht die vielen Spielereien in der Ausführung, deren sich geistlose Zeichner bedienen, um ihre Pläne dem Auge wohlgefällig zu machen, ein Ziel, das sie bei Kennern dennoch niemals erreichen werden. —

Zeichnung der übrigen Terraingegenstände bei Darstellung eines ganzen Terrainabschnitts.

§. 120. Hat der Anfänger sich die Fertigkeit erworben, einzelne, wie zusammenhängende Terrainunebenheiten charakteristisch zu zeichnen, nach den Entfernungen der Horizontalen von einander die Gradationen richtig einzuschreiben, auf dem Vorlegeblatt einer Berggegend oder auf einem Bergmodel, aus Gyps, Thon oder nassem Sand geformt, die Horizontalen richtig zu legen, und dieselben auf der Bildfläche darzustellen, hat er vielleicht gelernt, eine Profilzeichnung nach einer beliebigen Durchschnittslinie durch eine Terraindarstellung zu entwerfen, dann erst ist der Zeitpunkt gekommen, in dem er sich erlauben darf, die Zeichnung der übrigen natürlichen und künstlichen Terraingegenstände zu beginnen. Er wird sie aber nicht einzeln, für sich allein zeichnen, weil dies Zeitverschwendung wäre, sondern gelegentlich, bei Ausführung eines größeren Situationsplans, und wo möglich eines solchen, auf dem Gebirgs-, Vorgebirgs- und ebenes Terrain vorkommt. Die Zeichnung eines ganzen Terrainabschnitts *) wird sein Interesse beleben, ihn gegen Ermüdung, die bei Anfängern sorgfältig zu vermeiden ist, schützen, und ihn die Harmonie kennen lehren, in der die einzelnen Signaturen zu einander und zum Bergterrain stehen müssen, wenn seine Zeichnung ein gefälliges Ansehen erhalten soll. Wählt er einen Plan von einigem Umfang, so wird er nach Vollendung desselben zugleich seine Fortschritte in der Darstellung kennen lernen. Niemals darf er sich aber erlauben, wenn irgend ein Theil seiner Arbeit nicht gelungen ist, den ganzen Plan schon vor der

*) Ueber die verschiedenen Arten des Copirens wird weiter unten ausführlich gehandelt werden.

Vollendung zu verwerfen. Was gezeichnet ist muß stehen bleiben — wenn es sich nicht durch eine leichte Rasur wegschaffen läßt — was begonnen wurde, muß vollendet werden, wenn der Anfänger sich nicht an eine Unstätigkeit gewöhnen oder einer skrupulösen Aengstlichkeit hingeben will, die ihm stets viel Zeit rauben, nie Segen bringen wird, und der er sich später nicht erwehren kann, wenn sie einmal in ihm Wurzel geschlagen hat. — Vollendet, vom Bleistift gereinigt und mit einem Rande versehen, sieht der Plan ganz anders, viel besser, aus, als während der Arbeit. Was schaden einige nicht ganz sauber und nett ausgeführte Stellen, wenn das Ganze nur charaktervoll gezeichnet ist. Sie kommen gar nicht in Betracht; sie werden übersehen. Nur offenbare Unrichtigkeiten dürfen nicht geduldet werden. Kann man sie nicht wegradiren, so schneidet man sie aus, klebt neues Papier ein und zeichnet jene Stelle noch einmal. Die Zeichnung des Details muß so einfach und deutlich wie möglich, von jeder Künstelei entfernt, und sowohl nur in schwarzer Tusche als in den bunten vorschriftsmäßigen Farben ausgeführt werden. Wer einen ziemlich großen schwarzen und einen eben solchen illuminirten Plan vollendet, kann dabei alle gewöhnlich vorkommenden, künstliche wie natürliche, Terraingegenstände zeichnen lernen.

Uebung in der Plan- und Chartenschrift.

§. 121. Den Schlußstein des Ganzen bildet die Uebung in der Plan- und Chartenschrift. — Die Schrift muß scharf, im höchsten Grade deutlich sein, und mit der übrigen Zeichnung in vollkommener Harmonie stehen. Weiß der Anfänger, wie ein Buchstabe sich aus der Form des anderen entwickelt oder deren Zusammensetzung entsteht, kennt er die verschiedenen Schriftarten, den Gebrauch des Schriftmessers, die Hilfsmittel, deren er sich zur Ausführung der Schrift bedienen kann, so gehe er sofort zur Beschreibung seines Planes über und stelle nicht erst besondere Schreibübungen an, die nur ein nutzloses zeitraubendes Geschäft sein würden. Auch zum Beschreiben eines Planes gehört eine gewisse Kühnheit. Aengstlichkeit straft sich selbst; die Hand bewegt sich nicht frei, sie zittert vielleicht, kein Strich wird rein, der gerade gekrümmt oder sägeförmig, der gekrümmte eckig. — Wer aber muthig ans Werk geht, erringt bald den Preis; doch nur Uebung macht den Meister. — Das unglücklichste Hilfsmittel, dessen man sich zur Ausführung der Schrift bedienen kann, ist — die Reißfeder. Sie giebt der Schrift stets etwas Steifes, Pedantisches, raubt ihr die gefällige Form, nicht selten gänzlich das Ebenmaß und verwöhnt die

Hand. Kein Zeichner wird bei ihrer Anwendung eine schöne Schrift liefern, und wenn er sich an ihren Gebrauch gewöhnt, ohne dieselbe keinen Namen leidlich schreiben können. —

Zeichnung der Nordlinie und des Maßstabes.

§. 122. Ist der Plan fertig, so wird die Nordlinie und der Maßstab, dieser besonders sorgfältig, gezeichnet, bei jener bemerkt, ob sie die wahre oder magnetische sei, und in letzterem Falle, ihre Abweichung von der wahren, wenn letztere dem Zeichner bekannt ist, angegeben. Einen Plan, dem diese beiden Dinge fehlen, vergleicht der Oberst von Decker, „einem Wagen ohne Räder," weil man denselben nicht benutzen kann. Der Anfänger muß also daran gewöhnt werden, nie einen Plan als vollendet zu betrachten und aus der Hand zu legen, der mit jenen unentbehrlichen Erfordernissen nicht versehen ist. In der Regel orientirt man zwar die Pläne nach Norden, allein es kommen so häufig Ausnahmen vor, daß man sich niemals darauf unbedingt verlassen kann.

Vermeidung aller unnützen Bleistiftstriche und des Reibens mit Gummi elasticum.

§. 123. Viele Anfänger verderben dadurch ihre Zeichnungen, daß sie fortgesetzt den Bleistift und den Gummi zur Hand haben, sich die Lage der Bergstriche mit jenem vorzeichnen, und sobald die Zeichnung nur eines kleinen Hügels vollendet ist, mit einer wahren Ausreibewuth den Gummi ergreifen und nicht eher sich mäßigen, bis der letzte Bleistiftstrich oder Punkt vertilgt ist. Das Vorzeichnen der Strichlage mit Bleistift beschmutzt ohne Nutzen das Papier, denn wer die Bleistiftstriche richtig gegen die Horizontalen legen kann, vermag auch den Federstrichen die richtige Lage zu geben. Nur dort mag eine Ausnahme von der Regel gestattet sein, wenn man bei großen Plänen, dort, wo man nicht recht hinzu kommen kann, eine Bergpartie ohne Drehen des Papiers zeichnen muß. Viele Bleistiftlinien verhindern den Zeichner, das richtige Verhältniß der Schwärze abzumessen, berauben die Federstriche der ihnen so nöthigen Bestimmtheit und Schärfe, und geben sehr häufig erst die Veranlassung zu einer falschen Stellung der Striche gegen die Horizontalen, weil man sich auf sie mehr als zuträglich verläßt. Das viele Reiben mit dem Gummi aber macht das Papier rauh, die Zeichnung matt und beraubt sie ihres bestimmten Ausdrucks. Auch der beste Tusch wird vom Gummi endlich größtentheils, der schlechte ganz ausgerieben, mindestens verliert der schwarze Tusch seine Dunkelheit und die Zeichnung erhält ein nichtssagendes Ansehen, weil die richtigen Abstufungen in Licht und Schatten verloren gehen. — Je schwärzer dagegen der Tusch ist, desto ausdrucksvoller wird die Darstellung und

Schrift, desto schöner das Ansehen des Ganzen. Wer nicht vollkommen schwarzen Tusch besitzt, reibe Carminblau darunter, doch muß das letztere gut sein, sonst steht das Schwarz nicht.

Reinigen des Planes.

§. 124. Der Anfänger muß sich also daran gewöhnen, das Vorziehen mit Bleistift so viel wie möglich zu vermeiden, einen einmal ausgeführten Bleistiftstrich aber so lange stehen zu lassen, bis die ganze Zeichnung vollendet ist. Dann erst ist es Zeit den Plan zu reinigen. Das letztere geschieht am besten mit geschabtem weißen Schafleder, dem sogenannten Handschuhschabsel, einem Abgange des feinen weißen Handschuhleders, welches man bei jedem Handschuhmacher für einen Spottpreis kaufen kann, und nur im Nothfalle mit Gummi. Auch kann man sich statt des Gummi's der Krume von feinem weißen Weizenbrode bedienen, jedoch nicht auf Stellen, die illuminirt werden sollen, weil nach dem Ausreiben mit Krume das Papier oft nicht die Farben annimmt. Das Handschuhschabsel bleibt das beste Reinigungsmittel, nimmt viel besser Staub und Bleistift ab als Gummi, greift weder Papier noch Zeichnung an und verhindert das Papier nicht an Annahme der Farben.

Mit ihm gereinigte Pläne behalten daher ein viel frischeres Ansehen, als mit Gummi abgeriebene. — Sind irgend wo Flecke entstanden, die sich nicht ausreiben lassen, so müssen dieselben mit einem scharfen und runden Messer leise wegradirt werden. Soll auf der radirten Stelle wieder gezeichnet werden, so muß sie mit Gummi, sodann mit einem feinen leinenen Läppchen abgerieben und darauf mit einem Stückchen weißen Jungfernwachses oder mit der Fingerspitze betippt werden.

# Zweiter Abschnitt.

## Auszüge aus der Terrainlehre.

Dem militairischen Aufnehmer muß die Terrainlehre bekannt sein, wenn er das Terrain richtig auffassen will.

§. 125. Was richtig dargestellt werden soll, muß vorher richtig aufgefaßt sein. Ein Terrain kann aber nur von dem richtig aufgefaßt werden, der die Gesetze seiner Bildung kennt, es gehörig zergliedern, den Zusammenhang seiner einzelnen Theile aufsuchen und die Wechselwirkung derselben auf einander beurtheilen kann. — Hierzu giebt die Lehre von der Terrainbildung oder die Terrainlehre die Anleitung. Sie muß daher vom militairischen Aufnehmer — wenigstens in ihren Hauptzügen — gekannt sein. Sie ist für ihn dasselbe, was für einen Portrait- oder Historienmaler die Anatomie ist.

Hauptformen des Terrains.

§. 126. Das Terrain zerfällt in zwei Hauptformen:

1) in die Erhabenheiten des Bodens,
2) in die Vertiefungen desselben, in welchen Gewässer stehen oder fließen.

Beide Formen bedingen sich gegenseitig, eine kann ohne die andere nicht gedacht werden; sie geben in ihrer Relation zu einander einer Landschaft ihren Typus und drücken ihr den Stempel militairischer Wichtigkeit oder Gleichgiltigkeit auf.

### 1. Die Erhabenheiten des Bodens.

Ein Berg und seine Theile.

§. 127. Ein Berg, mag er aus Erde oder Felsen bestehen, ist gleichsam ein Auswuchs, meistentheils in konischer Gestalt, und wird Hügel oder Anhöhe genannt, wenn er sich nur wenig, höchstens einige hundert Fuß, über das ihn umgebende Terrain erhebt. Sein Gipfel oder Scheitel ist bald abgerundet, gewölbt, einem Kugelabschnitte mehr oder weniger ähnlich, und wird dann Kuppe, Koppe oder Kopf (ballon, dôme) genannt; bald langgestreckt und schmal, in Form eines Rückens, Buckels oder einer Leite; oder er nimmt eine steilere Neigung an, wird einer Pyramide oder einem Kegel ähnlich und erhält den Namen Horn oder Pick, oder er erhebt sich endlich wie ein Obelisk in einer Spitze oder getheilt in mehre-

ren langen scharfen Spitzen, welche Nadeln (aiguilles) oder Grä-ten genannt werden. Der unterste oder tiefste Theil des Ber-ges, sein Fuß, liegt entweder in einer Horizontalebene, was indessen höchst selten der Fall ist, oder auf geneigten Flächen, und stößt auf diesen mit dem Fuß anderer Berge zusammen. Seine Abhänge, Gehänge, Abfälle, Abdachungen, Berglehnen oder Böschungen ꝛc., welche den ganzen Raum seiner Oberfläche zwischen Gipfel und Fuß einnehmen, sind nicht minder vielartig gestaltet, wie die Gipfel, haben Vorsprünge und Einsenkungen, Erhöhungen und Vertiefungen gar mancherlei Art, und verdanken denselben die verschiedenar-tigsten Benennungen. — Sind die Böschungswinkel, welche die Gehänge mit der horizontalen Grundfläche oder Basis des Berges bilden, klein, d. h. nicht größer als 10°, so nennt man die Abhänge sanft, flach; werden sie größer als 15° und nähern sie sich dem Winkel von 30°, so heißen die Ab-hänge prall, später steil, und wenn die Winkel noch größer werden, 45° erreichen oder übersteigen, jäh, schroff. Diese Bezeichnungen lassen sich durch Hinzufügung der Worte: wenig, merklich, mäßig, erheblich, sehr, außerordentlich ꝛc. so modifi-ciren, daß man durch sie allgemein verständlich die Zwischen-gradationen bezeichnen kann.

Hauptfor-men der Ge-hänge.

§. 128. In Bezug auf militairische Terrainzeichnungen müssen besonders fünf Hauptformen der Gehänge von einander unterschieden werden.

1) Die stetige, wenn ein Berg oder Hügel ꝛc. sich entwe-der unter ein und demselben Böschungswinkel, oder doch ziemlich gleichmäßig, von seinem Fuße bis zum Scheitel erhebt, wie AB Fig. 64.

2) Die concave, hohle oder geschweifte, CD, wenn ein Berg anfänglich sanft, unter einem geringen Böschungs-winkel aufsteigt, nach oben zu aber immer steiler und steiler, zuletzt jäh und schroff wird. Berge solcher Art laufen entweder in Hörnern, E, oder Nadeln aus, oder haben oben eine Platte, BC, oder eine ganz flache Wöl-bung. Im letzteren Falle bildet sich dort, wo der Steil-abfall beginnt, eine scharfe Kante, C, welche den Na-men Rand, Saum erhält.

3) Die convexe, gewölbte oder bauchige Form, HJK, ist der concaven entgegengesetzt, und entsteht, wenn ein Berg eine flachgewölbte Kuppe und zunächst derselben

sanfte Abfälle hat, die nach seinem Fuße zu immer steiler und steiler werden.

4) Terrassen- oder stufenförmig, FG, ist ein Abhang, wenn er in verschiedenen Absätzen, deren obere Fläche fast horizontal ist, aufsteigt, und endlich

5) gemischt, DF, wenn er von einer der vorstehend genannten Formen in die andere übergeht, bald steil bald sanft ist, und sich weder in der einen noch in der andern lange erhält.

Die stetige Form des Abhanges kommt sehr selten; die gemischte am häufigsten; die terrassenförmige fast nur im Gebirge oder dort vor, wo sie durch den Kunstfleiß der Menschen hervorgerufen ist; die concav-convexe Form ist dagegen bei allen Bergen, die aus weichen Erdmassen bestehen, die gewöhnlichste, indem die Regen- und Schneewasser die scharfen Scheitel oder Ränder abspülen, sie abrunden, die oben abgewaschene Erde am Fuße der Berge und Hügel wieder ansetzen und deren Abhänge sanfter machen. Aus diesen Gründen übersteigt auch kein Erdberg den Böschungswinkel von 45°; die wenigsten erreichen ihn. In Gebirgen kommt dagegen die rein concave Form, häufiger aber noch die rein convexe, und zwar die letztere besonders dann vor, wenn die Bergmassen enge Thäler einschließen, in welcher die Wassermassen reißend dahinrauschen und, aus ihren Ufern getreten, den Fuß der Thalwände bespülen und abwaschen. — Die Form der Gehänge hat keinen Einfluß auf die Höhe der Berge, denn Berge mit flachen Gehängen können hoch, andere mit steilen Gehängen niedrig sein, und umgekehrt. Indessen haben hohe, namentlich Gebirgsberge, häufig auch steile Gehänge.

Bergebenen, Hoch- und Tiefland.

§. 129. Gewinnt der Gipfel, welcher in der Regel der kleinste Theil der Berge ist, die Oberhand, oder reihen sich sehr sanfte große Kuppen mehrerer Berge flach an einander, während die gegen Außen gerichteten Abfälle der letzteren sich rasch, oder mehr oder minder steil, absenken, so entsteht eine Bergfläche, Bergebene oder ein Plateau. Ist eine solche Erhebung des Bodens von sehr bedeutender Ausdehnung in Länge und Breite, so wird sie ein Hochland genannt. Diesem steht entgegen das Tiefland, eine ebene Landstrecke, die sich im Allgemeinen nur wenig über den Meeresspiegel erhebt, und gewöhnlich von vielen Wiesen, Brüchern und anderen stehenden Gewässern eingenommen wird.

§. 130. Liegen mehrere Berge so neben einander, daß ihre Kuppen in unmittelbarer Verbindung stehen, und daß das Regen- und Schneewasser zwischen ihnen nach zwei sich entgegengesetzten Richtungen abfließt, mithin zwischen den Kuppen sich eine Höhelinie befindet, welche das abfließende Wasser theilt, so bilden diese Berge einen Höhen- oder Bergrücken, eine Bergkette, oder, wenn die Berge sehr groß und hoch sind und aus Felsmassen bestehen, einen Gebirgsrücken oder eine Gebirgskette. — Die Linie aber, von der das Wasser nach beiden Seiten jenes Rückens abfließt, und die sich von einem Ende des letzteren bis zum anderen erstreckt und auf ähnliche Weise weiter fortzieht, wird der Wassertheiler oder die Wasserscheide genannt. — Berg- u. Gebirgsketten u. deren Wassertheiler.

§. 131. Laufen mehrere flachgewölbte, niedrige Höhenrücken neben einander fort, so entsteht das wellenförmige Terrain; ist in der Lage der einzelnen Hügel und Höhen zu einander kein bestimmtes Gesetz ihrer Aneinanderreihung aufzufinden, ein hügeliges Terrain; wird endlich eine Gegend von einer oder von mehreren Gebirgsketten durchzogen, ein Gebirgsterrain, ein Gebirge. Doch nicht jedes Gebirge besteht aus langen Bergketten, sondern es wird zuweilen aus Gruppen von Bergmassen dargestellt, die in einem fernern oder nähern Zusammenhang stehen, nach einer gewissen Ordnung an einander gereiht sind, und dann heißt es ein Massengebirge, wie jenes ein Rückengebirge. In jedem Gebirge treten die Gegensätze von Höhe und Tiefe scharf hervor, denn überall sind sie von tiefen, meist steil eingeschnittenen Thälern durchfurcht. — Der Schluß- oder Hauptrücken (Joch) oder der Stamm des Gebirges giebt in seinem Zuge die allgemeine Richtung oder das Streichen desselben zu erkennen. Er wird von keinem Thale durchbrochen, bildet die Hauptwasserscheidungslinie, und trägt häufig die höchsten Bergmassen bei der größten allgemeinen Erhebung. — Vom Gebirgsstamme gehen nach allen Richtungen Gebirgszweige, Arme oder Joche ab, die wieder ihre Nebenzweige, Arme, Joche, Aeste haben können. Zwischen ihnen nehmen die fließenden Gewässer von der Höhe zur Tiefe ihren Lauf, deren Thäler in der Regel mit Wasserfurchen oder Schluchten beginnen. — Die Punkte des Schlußrückens, von denen mehrere, fast gleich hohe, Gebirgszweige ausgehen, nennt man Centralpunkte, Centralmassen oder Gebirgsstöcke. Gehen von einem Centralpunkte vier Rücken aus, so bekommt er Wellenförmiges, hügeliges und Gebirgsterrain.

den Namen Gebirgsknoten; nur drei Rücken: Gabelung. — Sind die Gebirgsrücken scharf, so heißen sie Kämme, sehr scharf und hoch: Grat, und erheben sich über dieselben viele scharfe Spitzen, Nadeln, Gräten, so werden sie grätige Kämme genannt. — Hat ein Berg zwei Kuppen, oder haben Thäler einen Theil des Gebirgskammes oder des Rückens so fortgesprengt, daß sich in dem letzteren, gewöhnlich zwischen zwei hohen Bergmassen, ein mehr oder minder tiefer Einschnitt befindet, so heißt die höchste Linie desselben Sattelrücken, und der tiefste Punkt des letzteren Einsattelung. Führen Wege über solche Einsattelungen, so werden sie Sattelpässe, Scheideck, Col genannt.

Flaches Terrain hat nicht so bestimmt ausgeprägte Formen, wie Gebirgsterrain, daher ist die Bestimmung d. Lage der Bergkuppen und der Wasserscheidungslinie oft schwierig.

§. 132. Treten im Gebirgsterrain alle diese Formen scharf und bestimmt hervor, so ist es im flachen Terrain oft mit großen Schwierigkeiten verknüpft, sie richtig zu erkennen, die flachen Kuppen, die Höhen- und Sattelrücken, die Wassertheiler und die Linien aufzusuchen, in welchen das Regenwasser abfließt. Nichts desto weniger kommen dieselben auch in diesem Terrain vor, und bestimmen seinen Charakter. Sehr häufig findet man, selbst von geübten Aufnehmern, Verstöße in Bestimmung der Lage der Kuppen. So manche der letzteren werden von dem übersehen, der nicht genau den Zug der Linien aufsucht, in welchen das Regenwasser sich sammelt und gemeinsam dem nächsten stehenden oder fließenden Gewässer zueilt. Viele unerhört lange Terrainabfälle, deren Profil oft in fast ganz ebenen Gegenden hohe Bergmassen darstellt, würden von unseren Plänen verschwinden, wenn jene Regeln stets befolgt würden. Finden sich nämlich irgendwo dem Anscheine nach sehr lange Abfälle, und zeigen sich auf denselben jene Linien oder Wasserfurchen, die nach sich entgegengesetzten Richtungen streichen, so kann man mit Sicherheit darauf rechnen, daß sich zwischen jeglichen zwei Paaren, oder unterhalb eines Paares dieser Wasserfurchen, eine Kuppé befinde, wenn sie auch nicht sogleich ins Auge fallen sollte. Das Regen- oder Schneewasser würde bei seinem Abfließen gewiß der allgemeinen Richtung des Abhanges gefolgt sein, wenn es nicht dort, wo es die Wasserfurchen oder Wasserrisse bildete, in seinem Laufe aufgehalten, oder durch den Druck ihm entgegenfließender Gewässer vermocht wäre, eine Seitenrichtung einzuschlagen. Es ist demnach die Terrainzeichnung Fig. 65 falsch, denn es müssen sich bei A, B, C, D, E und F Kuppen befinden, und die in Fig. 66 richtig. In der Regel ist der Abfall der auf dem all-

gemeinen Abhange liegenden kleineren Kuppe gegen die Richtung des letzteren steiler, als mit der Richtung desselben, weil er von dem in der Richtung der Hauptsenkung abfließenden Gewässer fortwährend abgespült und dadurch verkürzt wird. Man nennt ihn den Rückfall. Da, wo dieser Rückfall vollkommen deutlich hervortritt, können auch die kleinen Kuppen nicht übersehen werden. — Nächstdem muß man sich bei der Darstellung eines flachen Terrains sehr in Acht nehmen, die verbindende Höhenlinie (den Wassertheiler) nicht etwa so zu legen, daß sie einen Raum gänzlich umschließt, und nirgend eine Oeffnung sehen läßt, durch welche das Regenwasser auf dem Terrain abfließen kann. Nur dort, wo auf einem flachen Terrain sich kleinere oder größere gruben-, trichter- oder kesselförmige Vertiefungen gebildet haben, die von Wasserpfützen, von kleinen Brüchern, Sümpfen oder Landseen ausgefüllt sind, können von jener die Höhen verbindenden Linie gänzlich umschlossene Räume vorkommen. —

Relative und absolute Höhe.

§. 133. Einzelne Hügel oder Berge können sich entweder isolirt über eine horizontale oder fast horizontale Fläche erheben, was sehr selten vorkommt, oder sich so an einander reihen, daß sie sämmtlich im innigsten Zusammenhange mit einander stehen und in ihrer Nähe nirgend eine nur einigermaßen horizontale Fläche vorkommt. Im ersteren Falle hat man in der horizontalen Fläche eine Basis, von der man bei Bestimmung der Berghöhen ausgehen kann, im letzteren fehlt eine solche, und man muß sich erst durch irgend einen Punkt des Terrains eine Horizontalebene gelegt denken, welche man der Berechnung der Berghöhen zum Grunde legt. Die Lage der einzelnen Terrainpunkte über oder unter einer solchen willkürlich angenommenen Horizontale nennt man die relative Höhe oder relative Tiefe derselben, während die Erhebungen des Bodens über eine unveränderlich feste, stets und überall wieder auffindbare Basis, den Meeresspiegel, die absolute Höhe genannt wird. — Von jedem Plane, der gut und nach richtigen Grundsätzen gezeichnet ist, wird man (nach §. 90) zwar stets die relativen Höhen und Tiefen der einzelnen Terrainpunkte entnehmen können, die absolute Erhebung aber nur dann, wenn ein Theil des Meeres selbst darauf verzeichnet, oder die absolute Höhe, wenigstens eines Terrainpunktes des Plans, bekannt ist.

Absolute, senkrechte, wahre, örtliche u. praktikable Entfernung.

§. 134. So wie die Höhe, so kann auch die Entfernung zweier örtlichen Gegenstände von einander, aus verschiedenen Gesichtspunkten betrachtet werden. So ist

1) die absolute Entfernung ihr horizontaler Abstand von einander, z. B. die absolute Entfernung des Punktes B von D und J, Fig. 64, = bD und bi;
2) die senkrechte oder vertikale Entfernung (Gefälle) die Höhe des einen über dem andern, z. B. die senkrechte Entfernung der Punkte E und D = Ee;
3) die wahre Entfernung oder wahre Weite ihr Abstand von einander in der Gesichtslinie, z. B. die wahre Weite zwischen E und D = ED; zwischen E und J = EJ;
4) die örtliche Entfernung, die Länge des Weges in gerader Linie von dem einen Orte zum andern, z. B. die örtliche Entfernung der Punkte E und J gleich der krummen Linie ECDFGHJ, und endlich
5) die praktikable Entfernung, die Länge des Weges, den man einschlagen muß, um von einem Orte zum anderen zu gelangen; sie fällt also mit der örtlichen zusammen, wenn man in gerader Richtung diesen Weg zurücklegen kann, wird aber in dem Maße größer, in dem Terrainhindernisse uns nöthigen, einen weiteren oder geringeren Umweg zu machen.

In militairischer Hinsicht ist die wahre und praktikable Entfernung vom größten Interesse, die erstere in Bezug auf die Schußweite und die Wirkung der Feuerwaffen, die letztere auf Bewegung der Truppen. — Oft liegen sich Orte, in Rücksicht ihrer absoluten und wahren Entfernung, ziemlich nahe, wie z. B. E und J Fig. 64, allein die Unebenheiten des Bodens, Berge und Thäler, welche über- und durchschritten, Seen und Brücher ꝛc., welche umgangen werden müssen, verlängern den Weg, den Truppen durchlaufen müssen, um von einem Orte zum andern zu kommen, so bedeutend, daß es ein großer Fehler sein würde, wenn man bei Berechnung der Zeit, in welcher der Weg zurückgelegt werden kann, namentlich wenn Truppen aus verschiedenen Richtungen an einem bestimmten Orte zu ein und derselben Zeit eintreffen sollen, die praktikable Entfernung außer Acht lassen wollte.

## 2. Die Vertiefungen des Bodens.

§. 135. Zwischen zwei oder mehreren Bergen und Hügeln bildet sich dort, wo die geneigten Flächen zusammenstoßen, eine Vertiefung, in welcher sich das abfließende Regen- oder Schneewasser sammelt und gemeinsam weiter zur Tiefe fließt. Diese Vertiefungen, welche die Berge und Hügel begrenzen, werden im flachen Terrain Wasserläufe, Rinnsaale oder Wasserfurchen; bei größerer Tiefe, im starkgewölbten und Gebirgsterrain, Wasserrisse, Schluchten, Tüllen oder Seifen (Ravin) genannt. — Begrenzen sie den Fuß mehrerer Berge, erhalten sie, bei einer geringen Neigung, aber größeren Länge, eine gewisse untere Breite, liegen in ihnen Wiesen, Sümpfe oder andere stehende Gewässer, oder fließen in ihnen Bäche, Flüsse oder Ströme, so wird ihnen der Name Thal beigelegt. Wasserfurchen und Schluchten rc.

§. 136. Die Bergabdachungen, welche die Thäler oder Schluchten bilden, werden Wände, Seiten; der oberste Saum der letzteren, von dem man die ganze Breite eines Thales übersehen kann, wird Thalrand oder Thalufer; die untere Fläche der Schluchten und Thäler Sohle oder Boden, und die Auswaschung oder Vertiefung in ihnen, in der das Gewässer steht oder fließt, Bett genannt. Liegen Thäler in der Längenrichtung eines Gebirges, so heißen sie Längen- oder Parallelthäler; in der Breitenrichtung: Quer- oder Transversalthäler; sind sie noch unausgebildet, runde, von mehr oder weniger hohen Bergmassen umschlossene Vertiefungen: Bergkessel oder Kesselthäler; hat das Gewässer noch auf keiner Seite die Thalwände der Bergkessel vollständig durchwaschen und sich dadurch genügenden Abfluß verschafft, so umschließen sie Land- oder Gebirgsseen. Durchspülungen oder Risse, die zwei oder mehrere Bergkessel mit einander verbinden, werden Durchbrüche, im Gebirge: Pforten genannt. Thäler u. ihre Theile.

§. 137. Das fließende Gewässer der Erde eilt unaufhaltsam von der Höhe zur Tiefe, bis es endlich im Ocean sich sammelt und verdunstet, um von neuem, durch Regen niedergeschlagen, von der Erde eingesogen, in Quellen wieder hervortretend, seinen Kreislauf zu beginnen. Die Wirkung, die es auf seinem Wege von der Höhe zur Tiefe auf der Erdoberfläche hervorbringt, nennt man die Spülung oder Wasserspülung. Je bedeutender die Menge des vereint fließenden Gewässers, je geneigter die Flächen sind, je lockerer das Erd- Wasserspülung.

reich ist, über das es dahin strömt, desto wirksamer ist die Spülung, desto größer sind die Spuren, die sie zurückläßt. Zuerst arbeitet sie Wasserfurchen, dann Wasserrisse, Schluchten, Flußbetten und selbst Thäler aus, oder rundet die scharfen Ecken von Terrainerhabenheiten ab, und gleicht die Tiefen durch die mitgeführten Erdmassen aus. — Aber nicht alle Thäler sind Produkte der Spülung, viele verdanken Felsspaltungen ihr Entstehen. Die scharfen Formen ihrer Thalwände, denen man es noch heute ansieht, wie sie einst, eine Masse bildend, gewaltsam aus einander gerissen wurden, charakterisiren sie. Doch so weit der Erdboden aus losen Theilen besteht und weich ist, verdankt er seine jetzige Gestalt, oder wenigstens deren Ausarbeitung, und selbst das feste Gestein der Gebirge seine Ciselirung, der Wasserspülung, weshalb ein jeder militairische Aufnehmer ihre Wirkungen besonders beachten muß.

## 3. Das fließende Gewässer.

Ein Flußbett, seine Gestalt, sein Gefälle ꝛc.

§. 138. Jedes fließende oder stehende Gewässer hat sein Bett. Die Ränder des letzteren werden Ufer; die Stelle, wo die Strömung den größten Zug hat, das Gewässer am schnellsten fließt und das Bett am tiefsten ist, Thalweg, Stromstrich oder Strombahn genannt. — Die Oberfläche eines Gewässers heißt der Wasserspiegel, die von ihm bedeckte Fläche der Grund, der senkrechte Abstand der ersteren von der letzteren die Tiefe; die Entfernung beider Ufer von einander die Breite; diejenige Tiefe und Breite, welche das Gewässer im größten Theile des Jahres beibehält, die Normaltiefe, Normalbreite; das arithmetische Mittel, aus dem höchsten und niedrigsten Wasserstande und den tiefsten und flachsten Stellen des Gewässers, die mittlere Tiefe, und aus der größten und geringsten Breite, die mittlere Breite. Verengt sich das Bett plötzlich, etwa bis zur halben Normalbreite, so entsteht eine Fluß- oder Stromenge, durch die hierdurch bewirkte raschere Strömung eine Stromschnelle, und endlich, durch ein plötzliches Breiterwerden des Bettes, eine Stromweitung, in welcher das Wasser träger fließt, als an den übrigen Stellen. — Die Neigung des Flußbettes, in der Richtung, in welcher das Gewässer fließt, heißt das Gefälle. Mit demselben steht die Geschwindigkeit des Fließens in unmittelbarer Beziehung, denn je bedeutender das Gefälle ist, desto schneller fließt im Allgemeinen das Ge-

wässer, obwohl auch die übrige Form, Tiefe und Breite, des Flußbettes und die Wassermasse durch ihren Druck einen wesentlichen Einfluß darauf äußern.

Die Krümmungen und die Spülung fließender Gewässer.

§. 139. Jedes fließende Gewässer hat das Bestreben, seinen Lauf in gerader Richtung fortzusetzen. Treten ihm Terrainhindernisse in den Weg, die es weder durchbrechen noch durchspülen kann, so umgeht es dieselben, und hierin ist die erste Ursache zu den mannichfaltigen Krümmungen der fließenden Gewässer zu suchen. Vermag das Wasser auch nicht sogleich solche Terrainhindernisse hinweg zu schaffen, so drückt es doch ununterbrochen in seiner ursprünglichen Richtung auf dieselben. Hierdurch entstehen nicht selten Unterspülungen, immer aber Abspülungen, und durch beide steile und hohe Ufer. Die abgerissenen Bodentheile setzt das fließende Gewässer an dem entgegengesetzten Ufer oder an solchen Stellen wieder ab, wo die Geschwindigkeit des Stroms sich vermindert. Dadurch entstehen Untiefen, Sandbänke, Anspülungen, neue Ufer und selbst Inseln. Aus dieser Eigenthümlichkeit kann man vom Laufe eines Flusses auf seine Ufer, ja selbst auf seine Thalwände schließen.

Schluß vom Laufe eines Flusses auf seine Thalwände, u. v. 2 Flüssen auf den zwischen ihnen streichenden Höhenzug.

§. 140. Eine Thalwand ist in dem Grade steiler, ja selbst höher, als die gegenüberliegende, in dem ein Fluß, seine bisherige Richtung verlassend, sich ihr nähert. Haben beide Thalwände gleiche Abdachung und Höhe, so fließt das Gewässer in der Regel in der Mitte der Thalsohle; hat eine Thalwand aber eine längere Abdachung, strömt von ihr dem Flusse oder Bache mehr Regenwasser zu, als von der gegenüberliegenden, so wird er auch näher der letzteren seinen Lauf nehmen. Daraus läßt sich umgekehrt schließen, daß, wo ein Fluß in der Mitte zwischen beiden Thalwänden fließt, die Abdachungen der beiden letzteren sich gleich sind, wo er aber der einen näher dahinströmt, die andere eine längere Abdachung hat. — Streicht zwischen zwei mit einander parallel und in gleicher absoluter Höhe fließenden Gewässern ein Höhenzug dahin, so stehen die Neigungswinkel beider Abfälle zu einander im umgekehrten Verhältniß der Horizontalabstände der höchsten Linie des Rückens von dem Gewässer. Es ist demnach, Fig. 67,

$$x : y = BC : CD.$$

$$x = \frac{y \cdot BC}{CD}$$

Aus dieser Regel läßt sich, wenn der Böschungswinkel des einen Abfalls und die Entfernungen der beiden Bäche oder Flüsse

von der höchsten Linie des Rückens bekannt sind, stets auf den Böschungswinkel des anderen Abfalls schließen. Es sei z. B. Fig. 67, der eine Böschungswinkel $y = 10°$, die Entfernung des Bergrückens vom Bache auf dieser Seite $BC = 2400'$, auf der anderen Seite $CD = 1200'$, so ist, nach der vorstehenden Formel, der gesuchte Böschungswinkel:

$$x = \frac{10 \cdot 2400}{1200} = \frac{10 \cdot 2}{1} = 20°$$

Nur selten — fast nie im flachen Terrain — kommen Ausnahmen von dieser Regel vor. — Liegen beide Flüsse nicht auf gleicher Horizontale, so müssen sie erst durch Construction oder Berechnung auf diese zurückgeführt werden, ehe man die Gleichung ansetzen kann. Am leichtesten und schnellsten läßt es sich durch Zeichnung eines Profils, wie bei Fig. 68, machen.

Allgemeiner Wasserzug u. Vereinigung der fließenden Gewässer.

§. 141. Mehrere kleinere Gewässer, Flieẞe, Bäche, sammeln sich in der Regel zu einem größeren, Fluß, Strom (Hauptfluß, Hauptstrom, Küstenfluß), der sie dem Meere zuführt. Im Laufe zu demselben haben sie schon die Neigung, seiner Richtung zu folgen; dies nennt man den allgemeinen Wasserzug. Der letztere ist die Ursache, daß die fließenden Gewässer sich unter einem spitzen Winkel und nur ausnahmsweise in einem hohen und schroffen Terrain unter einem rechten Winkel mit einander vereinigen. Selbst dann, wenn sie ursprünglich einen entgegengesetzten Lauf hatten, folgen sie später dem allgemeinen Wasserzuge. — Vereinigen sich zwei Gewässer von gleicher Größe und gleichem Gefälle, so fließen sie in der Richtung weiter, welche den Winkel, unter dem sie zusammentreffen, halbirt, und der vereinte Fluß behauptet diese Richtung so lange, bis er auf Hindernisse stößt, die ihn zwingen, eine andere zu nehmen, oder bis er wieder dem allgemeinen Wasserzuge folgen muß. Sind die beiden Gewässer ungleich an Wasserfülle und Gefälle, jedoch nicht sehr verschieden an Kraft, so fließen sie nach der Vereinigung in der mittlern Richtung ihrer Kräfte weiter. Die neue Richtung kommt also der bisherigen Richtung des stärkeren Gewässers am nächsten. — Ganz schwache Gewässer ändern die Richtung der bedeutend stärkeren entweder gar nicht, oder doch nur sehr wenig, es sei denn, daß sie bei hohem Wasserstande viel Bodentheile oder Geschiebe mit sich führen. Da dies indessen mehr oder weniger von allen Flüssen geschieht, und die strömenden Wassermassen, bei ihrer Vereinigung mit denen eines gleichen oder größeren Flusses, die Bodentheile fallen lassen, so entstehen an den Flußmündungen

gen Anspülungen von Schlamm- und Sandmassen, Erd- oder Steingeschieben, welche den Hauptfluß immer mehr zurück gegen das jenseitige Ufer drängen, und ihn veranlassen, dieses zu unterwaschen oder abzuspülen. Daher bilden sich meistentheils in der Richtung der Flüsse dort eingehende Bogen, wo sie andere fließende Gewässer aufnehmen, und der Mündung der letzteren gegenüber steile Ufer. Nur unter ganz besonderen Umständen findet eine Ausnahme von dieser Regel, oder die Vereinigung von fließenden Gewässern im auswärts liegenden Bogen, flachen Ufern gegenüber, Statt.

## 4. Stehende Gewässer.

§. 142. Bei den stehenden Gewässern unterscheiden wir: Pfützen oder Tümpel, die nach Regengüssen und Thauwetter in kleinen Terrainvertiefungen sich sammeln und bei trokkenem Wetter verdunsten oder vom Boden eingesogen werden; Pfühle und Laachen in etwas größeren Vertiefungen, die beständig mit Wasser angefüllt sind, das bei heißem Wetter in Fäulniß übergeht; Teiche oder Weiher, wenn Regen-, Schnee- oder fließendes Wasser durch Fangdämme aufgesammelt und willkürlich zu einer größern oder geringern Höhe angespannt und gänzlich abgelassen werden kann. In manchen Gegenden kommen in ganz geringen Terrainfalten ganze Reihen von Teichen vor und erschweren dadurch die Gangbarkeit. Sie lassen stets auf eine Unterlage von Thon-, Lehm- oder Felsboden, unter einer dünnen Decke von Dammerde oder fruchtbarem Boden, schließen. — See'n sind natürliche größere oder geringere Ansammlungen von klarem Wasser, gewöhnlich in kesselförmigen Vertiefungen, deren Ränder zuweilen zu sehr beträchtlichen Höhen aufsteigen. Sie werden gespeiset entweder durch Regen- oder Schneewasser, durch sichtbare oder unsichtbare Quellen, oder aber durch Bäche oder Flüsse, welche sie zugleich ihrer überflüssigen Wassermasse wieder entledigen. Doch giebt es auch große See'n, welche Bäche und Flüsse aufnehmen, ohne ihnen wieder einen sichtbaren Abfluß zu gestatten. Erlauben sie den fließenden Gewässern einen Durchzug, so bilden sich oft ganze Seeketten in mehr oder minder tiefen Thälern, welche den Bewegungen von Truppenmassen sehr hinderlich und für militairische Aufnehmer dann besonders eine große Last sind, wenn ihre sumpfigen Ufer von hohen Bäumen beschattet werden, welche keine Umsicht gestatten.

Pfützen, Pfühle, Teiche, See'n.

Bruch, Sumpf, Moor, Moraſt.

§. 143. Iſt die Oberfläche eines Pfuhls oder See's mit einer ſchwimmenden Pflanzen-, Moos- oder Erddecke überzogen, die ſo in einander verwachſen iſt, daß ſie einzelne Fußgänger trägt, unter ihnen aber elaſtiſch hin und her ſchwankt, ſo entſteht ein Bruch oder Fenn (Venn). Gewinnt ihre Pflanzendecke an Dicke und Feſtigkeit, ſo trägt ſie zuweilen Erlen, Birken oder Weiden. Nimmt ſie in dem Grade an Mächtigkeit zu, daß ſie mit dem Grunde des Gewäſſers in Verbindung tritt, ſo entſteht aus ihr ein Moor, Moorbruch oder Moos. Das Moor zeichnet ſich durch einen ſchwammigen, meiſt dunkelbraun oder ſchwarz gefärbten Boden aus, der wenig Erd- aber deſto mehr vegetabiliſche Theile enthält. — Gewinnen die letzteren faſt gänzlich die Oberhand, ſo daß die in regelmäßigen Stücken geſtochenen Theile jenes Pflanzenbodens getrocknet brennen, ſo wird es ein Torfbruch genannt. In trockner Jahreszeit kann ein Moor zuweilen ſelbſt für Fuhrwerke paſſirbar (praktikabel) ſein; ſtets hängt aber ſeine Weiche von der Beſchaffenheit der Witterung ab. — Weichen viele, zum Theil unſichtbare Quellen, den Boden in einer mehr oder mindern Tiefe, in einem größeren oder geringeren Umfange ſehr auf, gebiert ſeine Vegetation eigenthümliche Pflanzen von üppigem Wuchs, während die abgeſtorbenen alten in Fäulniß übergehen, und entwickeln ſich daraus mit Stickſtoff geſchwängerte, ungeſunde Gasarten, ſo entſteht ein Sumpf. Ein ſolcher iſt von der Witterung faſt gänzlich unabhängig, ſtets ſehr weich, nie praktikabel und immer ungeſund, Fieber und andere Krankheiten erzeugend. — Ihm gerade gegenüber ſteht der Moraſt. Dieſer bildet ſich aus fettem Boden (Dammerde, Lehm, Thon), der, durch Regen- oder Schneewaſſer aufgeweicht, während eines gewiſſen Theils des Jahres eine ähnliche Beſchaffenheit wie Moore oder Sümpfe annimmt. Er iſt alſo nur vorübergehend inpraktikabel, lediglich von der Witterung abhängig, in trockner Jahreszeit höchſt fruchtbar, und kann durch Abzugsgräben oft gänzlich ausgetrocknet werden. —

Naſſe und trockne Wieſen u. Weichland.

§. 144. Wieſen nennt man Terrainſtellen, die durch ſtehende, vorbeifließende Gewäſſer, Quellen, Waſſerleitungen, oder den nicht tiefliegenden unterirdiſchen Waſſerſpiegel, ſo mit Feuchtigkeit erfüllt werden, daß ſie zwar nicht als Ackerland, wohl aber zur Heu-Erzeugung mit großem Vortheil benutzt werden können. Bedeckt Waſſer während des größten Theils des Jahres ihre Oberfläche ſo, daß die einzelnen Grashalmen aus

demſelben hervortreten, oder befindet ſich das Waſſer unmittelbar unter der Grasdecke, daß es bei jedem Schritt auf der Wieſe hervorquillt, ſo werden ſie naſſe Wieſen, liegt dagegen die Grasdecke ſtets, oder während des größten Theils des Jahres, über dem Waſſerſpiegel, trockne Wieſen genannt. Die letzteren ſind in der Regel von Fußgängern und Reitern während aller Jahreszeiten, die erſteren aber nur während der trocknen, zu paſſiren. In trocknen Wieſen befinden ſich nicht ſelten naſſe und ſumpfige, und umgekehrt, in naſſen Wieſen nicht ſelten trockne Stellen. Beide ſind durch die Farbe des Graſes deutlich von einander zu unterſcheiden, denn das letztere hat auf naſſen Stellen eine dunklere und ſaftigere Farbe und eine größere Länge als auf trocknen. — Endlich Weichland nennt man Wieſenboden, der, ſeiner Grasdecke beraubt, zu irgend einem anderen ökonomiſchen Zweck benutzt wird.

## 5. Eintheilung des Terrains in militairiſcher Beziehung.

§. 145. In ihrem Zuſammenhange ſtellen die verſchiedenen Terrainbildungen, deren wir Erwähnung thaten, vom militairiſchen Standpunkt aus betrachtet, vier Hauptformen dar: Offenes, bedecktes, orographiſches u. coupirtes Terrain.

1) Offenes oder freies Terrain, welches weder die Umſicht, noch die freie Bewegung der Truppen nach allen Richtungen hin beſchränkt. In ihm kommen eben ſo wenig Terrainerhabenheiten als Vertiefungen vor, hinter oder in welchen größere Truppenmaſſen eine verdeckte Aufſtellung nehmen könnten. Findet ſich ausnahmsweiſe eine ſolche Stelle, ſo darf der Feind doch nicht ungeſehen dahin gelangen können.

2) Bedecktes Terrain, das von Waldungen, Gebüſchen, Baum- und Weingärten, menſchlichen Wohnplätzen ꝛc. ſo eingenommen iſt, daß überall der Geſichtskreis beſchränkt und eine vollkommene Ueberſicht über daſſelbe zu gewinnen unmöglich wird. Truppenmaſſen finden in ihm reichliche Gelegenheit zu verdeckten Aufſtellungen und Bewegungen.

3) Hügel-, Berg-, Gebirgs- oder orographiſches Terrain, welches hin und wieder zwar eine freie Umſicht, immer aber zahlreiche Terrainfalten zu verdeckten Aufſtellungen und Bewegungen, faſt nirgend eine unbedingt freie Communication nach verſchiedenen Richtungen, ſondern nur einzelne Wegegemeinſchaften darbietet, außerhalb deren nur leichte Truppen oder Infanterie — in einzelnen Richtungen

vielleicht auch ausnahmsweise größere Truppenmassen — fortkommen können.

4) Durchschnittenes, coupirtes oder hydrographisches Terrain. Es ist entweder eine flachhügelige oder ebene Landschaft, welche von kleinen oder größeren Gewässern, Canälen und Gräben, Wiesen-, Bruch-, und Sumpfstrecken, Hecken, Alleen, Gebüschen ꝛc. so durchzogen ist, daß weder eine freie Umsicht noch eine ungehinderte Truppenbewegung in allen Richtungen Statt finden kann. Es ist häufig für die Vertheidigung eben so vortheilhaft als ungünstig für den Angriff, der sich überall gehemmt sieht.

Ein guter Plan oder eine gute Situationscharte muß diese Terrainverschiedenheiten so richtig darstellen, daß gar kein Zweifel darüber obwalten kann, wo die eine beginnt und die andere aufhört, oder wo sie fast unmerklich in einander übergehen.

Terrainab- u. Terraineinschnitt.

§. 146. Bildet eine dieser vier Terrainabtheilungen in einer größeren oder geringeren Ausdehnung ein geschlossenes Ganzes, wird sie nach allen Richtungen hin von den anderen oder von See-, Fluß-, Bruchlinien ꝛc. begrenzt, so nennt man sie einen Terrainabschnitt, der bei größerer Ausdehnung wieder in mehrere kleinere zerfallen kann, die ein für sich bestehendes System bilden. Aber ein Terrainabschnitt kann auch jene vier Terrainverschiedenheiten in sich vereinigen und ein gemischter sein. Dann erhält er nur jenen Namen insofern er durch Terraineinschnitte in beträchtlicher Länge von anderen Terraintheilen so getrennt ist, daß er mit ihnen in keiner unmittelbaren militairischen Verbindung steht. — Terraineinschnitte, die Terrainabschnitte von einander trennen, bestehen aus einer Kette von natürlichen Hindernissen, Fluß-, Bruch-, See- ꝛc. Linien, aus engen und tiefen Thälern mit jähen Wänden u. s. w., durch welche in einer bedeutenden Länge die freie Gemeinschaft des einen Abschnitts mit dem andern unterbrochen oder nur auf einzelne Punkte Engpässe, Wegeverengungen, Defileen, beschränkt wird. Sie setzen den Bewegungen bedeutender Truppenmassen große Schwierigkeiten entgegen, veranlassen die letzteren, aus einer taktischen Formation in die andere überzugehen, bieten kleineren Abtheilungen Gelegenheit dar, sich gegen größere mit Vortheil zu vertheidigen und einen glücklichen Feind in seinem Siegeslaufe aufzuhalten. — Sie sind daher von der größten militairischen Wichtigkeit, und müssen mit ihren Defileen vom Aufnehmer und Zeichner mit der größten Sorgfalt ihrem Charakter nach gewürdigt und

dargeſtellt werden. Da dieſe Linien ſtrategiſche wie taktiſche Operationen beſtimmen, und in der Terrainbildung wie in den militairiſchen Operationen Abſchnitte bezeichnen, ſo nennt man ſie auch wohl Terrainabſchnitte, eine Benennung, die leicht zu Verwechſelungen Anlaß geben kann, und daher ſorgfältig vermieden werden muß. —

Schlußbemerkung.

§. 147. Die Wichtigkeit der Bekanntſchaft mit der Lehre von der Terrainbildung, für jeden militairiſchen Aufnehmer, fällt beſonders in die Augen, wenn man erwägt, daß er die verſchiedenen Terrainformen, deren wir Erwähnung thaten, gar nicht fähig ſein würde darzuſtellen, wenn er mit ihren Geſetzen unbekannt wäre. Wie wollte er einen Höhenrücken, über den ein Waſſertheiler fortläuft, den Zug der fließenden Gewäſſer, ihre Thalwände ꝛc. richtig in der Zeichnung ausdrücken, wenn er nichts vom Zuſammenhange der Höhen, vom allgemeinen Waſſerzuge, von der Waſſerſpülung ꝛc. wüßte? Wie ein Bruch, oder einen Sumpf, wenn er ſie nicht von einander, oder von einer naſſen Wieſe zu unterſcheiden vermöchte? Je vertrauter er hingegen mit der Terrainlehre iſt, je ſicherer er von einer Form auf die andere zu ſchließen und den Zuſammenhang des darzuſtellenden Terrains zu würdigen vermag, deſto zuverläſſiger wird ſeine Arbeit, deſto mehr Wege und zeitraubende Ermittelungen wird er ſich erſparen können, und deſto ſchneller die Zeichnung unter ſeinen Händen wachſen. Er wird mit einem Blicke viel mehr ſehen, als ein Ignorant in dieſer Wiſſenſchaft bei zehn Umkreiſungen des aufzunehmenden Terrains; ſtets wiſſen, wie er das Werk anzugreifen und ſich in die Hand zu arbeiten hat, während jener ſich immer in Verlegenheit befindet, nie weiß, wo er die Aufnahme beginnen ſoll, und dieſelbe faſt an keinem Tage ſo zum Schluß bringen wird, daß er am nächſten zu einem neuen Terrainabſchnitt übergehen kann.

# Dritter Abschnitt.

## Construction und Gebrauch der gewöhnlichsten Meßinstrumente.

Die genaue Kenntniß der Meßinstrumente ist für den militairischen Aufnehmer unerläßlich.

§. 148. Die genaueste Kenntniß der gebräuchlichsten Meßinstrumente ist für jeden Aufnehmer wichtig, für den militairischen unerläßlich, denn wer nicht weiß, was sich mit denselben leisten läßt, welche Fehler sie herbeiführen, wie man sich dagegen möglichst sichern und die entstandenen Ungenauigkeiten rectificiren kann, von dessen Arbeit darf keine Richtigkeit erwartet werden. — Kein Instrument ist vollkommen, jedes hat seine Vorzüge, seine Mängel; das eine gestattet eine genauere Arbeit, mit dem andern kann man schneller zum Zwecke kommen. Nur wer sie sämmtlich genau kennt, kann zu der ihm aufgetragenen Vermessung eine zweckmäßige Auswahl treffen. Aber auch mit ihrer Construction und innern Einrichtung bis zum kleinsten Detail muß der Aufnehmer vertraut sein, um sie gegen Beschädigungen schützen, die etwa während des Gebrauchs an ihnen entstandenen Mängel sogleich erkennen, und wenn sie unbedeutenderer Art sind, selbst wiederherstellen zu können. Nicht überall hat man einen geschickten Mechanikus in der Nähe, der sich mit dem Bau von Meßinstrumenten beschäftigt und dem man daher die seinigen ohne Nachtheil anvertrauen darf. Arbeitet man z. B. in von großen Städten entfernten Theilen einer Provinz, so können Wochen, ja Monate der besten Arbeitszeit unbenutzt vorüberstreichen, ehe man die in die Ferne zur Reparatur versendeten Meßinstrumente wieder zurück erhält, während vielleicht bei genauerer Kenntniß derselben der ganze Fehler in wenigen Minuten, oft nur durch Anziehung einer Schraube, zu rectificiren ist. Ueberzeugt man sich bei Uebernahme der Meßinstrumente von deren Richtigkeit und guten Verfassung, oder läßt man etwanige Mängel sogleich beseitigen, so kommen bei einem sorgsamen Gebrauch der Instrumente größere Beschädigungen fast nie vor. Wer also ungestört die ihm aufgetragene

Arbeit zu Ende führen will, darf eine sorgfältige Prüfung der ihm übergebenen Instrumente unter keinen Umständen unterlassen.

Die Zahl der Meßinstrumente ist außerordentlich groß. Die brauchbarsten derselben interessiren jedoch nur den milit. Aufnehmer.

§. 149. Die Zahl der Meßinstrumente ist außerordentlich groß. Viele der älteren sind indessen durch neu erfundene, oder durch verbesserte Einrichtungen, ganz werthlos geworden, andere bald nach ihrer Erfindung, erheblicher Mängel wegen, wieder verworfen. Es kann daher unsere Absicht nicht sein, alle Meßinstrumente und deren Anwendung beschreiben zu wollen, welche jemals zu militairischen Vermessungen gebraucht wurden; wir werden vielmehr nur die unentbehrlichsten oder diejenigen hier aufführen, welche noch heute üblich sind oder den zu topographischen Arbeiten kommandirten Officieren dargeboten werden. Dabei wollen wir, so viel wie thunlich, von den einfacheren zu den zusammengesetzteren Instrumenten übergehen, oder sie so auf einander folgen lassen, wie sich ein Instrument aus dem anderen entwickelte.

## 1. Die Wasserwage, Libelle oder das Niveau.

A. Die dosenförmige Wasserwage.

§. 150. A. Die dosenförmige Wasserwage oder das Dosenniveau (Fig. 69, 70 und 71) besteht aus einem runden, dosenförmigen Gefäß (Büchse) von Messing A, das cylinderförmig in einem Stück gegossen, oben offen ist, etwa 2 bis 3 Zoll im Durchmesser und $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, gewöhnlich $\frac{3}{4}$, oder höchstens 1 Zoll Höhe hat. In die obere Oeffnung der Büchse ist eine oben eben, unten flach concav (plan-concav) geschliffene Glasplatte B, mit einer Brennweite*) von mindestens 30 Zoll, luftdicht eingesetzt, und durch einen Kitt, der vom Weingeist nicht angegriffen wird, befestigt. Der starke Boden C der Büchse hat rund herum einen vorspringenden Rand DE, welcher auf das sorgfältigste so abgedreht wird, daß eine durch seine untere Fläche (Grundfläche) gelegte Ebene parallel mit der ebenen Oberfläche des Glasdeckels läuft. — In der Seitenwand oder im Boden der Dose befinden sich zwei kleine Oeffnungen o.o mit einer Schraubenmutter, welche durch kleine, aber verhältnißmäßig dicke, Schrauben f, unter deren Kopf zuweilen weiches Leder liegt, fest verschlossen werden können. Sie dienen, um die Dose mit destillirtem Wasser oder besser mit Weingeist (Alkohol) so weit

*) Unter Brennweite versteht man die Entfernung (den Abstand) eines convex- oder concavgeschliffenen Glases von dem Punkte (Brennpunkt, Focus), in welchem sich die durch dasselbe gebrochenen Lichtstrahlen sammeln.

zu füllen, daß noch eine kleine Luftblase v v von 2 bis 3 Linien Durchmesser bleibt. — Stellt man die mit Weingeist gefüllte und gehörig adjustirte Dose auf eine horizontale Ebene, so muß die Luftblase genau unter der mit 2 concentrischen Kreisen h g bezeichneten Mitte des Glasdeckels stehen. Es wird mithin umgekehrt, wenn die Luftblase die erwähnte Stellung hat, auch jedesmal die Fläche, worauf die Wasserwage gestellt ist, horizontal liegen. — Da bei kaltem Wetter die Luftblase größer, bei warmen kleiner wird, so müssen die Kreise dem Umfange der Blase bei verschiedenen Temperaturen entsprechen. Sollte die Blase jedoch bei sehr heißem Wetter fast ganz verschwinden, bei sehr kaltem dagegen sehr groß werden, so nimmt man beide Schrauben aus der Seitenwand oder aus dem Boden der Dose heraus, und läßt durch eine Oeffnung etwas Alkohol oder Wasser heraus- oder hineinfließen, während durch die andere Oeffnung die Luft hinein oder herausströmt, damit das Luftbläschen wieder die verlangte Größe erhalte und man beurtheilen könne, ob sie genau unter dem Mittelpunkt der kreisförmigen Glasdecke stehe. Zur Füllung der Dose bedient man sich einer Federspule, die man vorher mit Spiritus oder destillirtem Wasser gefüllt hat. — Statt der konzentrischen Kreise können auch in den Glasdeckel zwei gerade sich im Mittelpunkt desselben rechtwinklig schneidende Linien i k und l m eingeätzt werden, allein sie geben die Stellung der Luftblase nicht so genau an, als die konzentrischen Kreise, welche deshalb den Vorzug verdienen.

Um die Richtigkeit der dosenförmigen Wasserwage zu prüfen, stellt man dieselbe so auf eine ebene Fläche, (Meßtisch oder Glashorizont), daß die Luftblase unter den Mittelpunkt der konzentrischen Kreise oder den Durchschnittspunkt der bezeichneten geraden Linie zu stehen kommt, umzieht sodann den Rand der Wasserwage, oder die Stelle, auf welcher sie steht, mit einem Bleistift, dreht sie um ihre Achse langsam in verschiedenen Absätzen herum, und beobachtet, ob die Wasserblase unverrückt ihren Stand behält; geschieht dies nicht, so ist die Libelle nicht richtig und der untere Rand derselben muß durch einen Mechanikus, vornehmlich auf der Seite, nach welcher sich die Luftblase bewegte, so lange abgeschliffen werden, bis die letztere bei allen Drehungen auf der ebenen Fläche unveränderlich ihre Stellung behält. — Ist sie einmal vollkommen adjustirt, so kann sie lange Zeit, ohne merklich fehlerhaft zu werden, zum Horizontalstellen ebener Flächen, z. B. des Meßtisches, gebraucht

werden. Da indeſſen das Abdrehen oder Abſchleifen des Randes nur durch den Mechanikus geſchehen kann und mit manchen Schwierigkeiten verknüpft iſt, durch einen unglücklichen Stoß oder Fall aber der Rand verbogen werden oder eine Beule erhalten kann, wodurch die Richtigkeit der Libelle verloren geht, und da endlich der Meſſingrand leicht abfärbt, wenn die Libelle bei feuchtem Wetter auf einer Papierfläche, z. B. des Meßtiſches, hin und hergeſchoben wird, ſo wird es für zweckmäßig erachtet, in die untere Fläche des Bodens derſelben drei kleine elfenbeinerne kugelförmige Füße m m einzulaſſen, deren einer oder zwei von jedem Aufnehmer leicht um etwas abgeſchliffen werden können, wenn die Berichtigung eines Fehlers nöthig wird. Allein Libellen dieſer Art ſind viel wandelbarer, denn die elfenbeinernen Füßchen ſind ſchon, weil ſie aus der ebenen Fläche des Libellenbodens hervorragen, weit größeren Zufälligkeiten unterworfen, als der Meſſingrand.

§. 151. B. Die röhren-, cylinderförmige oder lange Waſſerwage Fig. 72, 73 und 74 beſteht

A. Die röhrenförmige Waſſerwage.

a) aus einer 4 bis 10″ langen, 4 bis 5‴ im Lichten weiten Glasröhre, deren innere Höhlung cylindriſch ausgeſchliffen (kalibrirt) bis etwa $\frac{1}{6}$ ihrer Länge mit Alkohol, Aether oder deſtillirtem Waſſer gefüllt, und ſodann an beiden Enden zugeblaſen oder auf andere Weiſe luftdicht (hermetiſch) geſchloſſen iſt. Die Röhre wird nach dem Segment eines Kreiſes von großem Radius, kaum bemerkbar, bogenförmig gekrümmt. Legt man das Inſtrument ſo auf eine Horizontalfläche, daß dieſe von den Endpunkten des zu ihr ſenkrecht ſtehenden Bogens der Röhre berührt wird, ſo muß die 4 bis 5 und mehr Linien lange Luftblaſe nach phyſikaliſchen Gründen die höchſte Stelle des innern Raums derſelben einnehmen, und mithin in der Mitte zwiſchen ihren beiden Enden ſtehen. Daher wird auf der Oberfläche die Mitte der Röhre durch eine ſenkrecht gegen die Längenrichtung eingeätzte feine Linie, und jene Stellung der Luftblaſe durch zwei von der Mitte gleich weit entfernte Striche bezeichnet, deren Entfernung von einander der mittlern Länge der Luftblaſe gleich ſein muß. Da ſich indeſſen die Größe der Blaſe mit der Temperatur verändert, ſo ſind von jenen beiden Strichen ſowohl nach den Enden der Röhre als nach deren Mitte zu noch mehrere kürzere Striche in gleichen aber geringen Abſtänden von einander angebracht, welche zur genaueren Beurtheilung der Lage der Luftblaſe dienen, und auch zugleich benutzt werden können, geringe Neigungen der Libelle gegen den

Horizont zu schätzen. — Die untere Seite der Libelle, oder die, auf welche sie bei ihrer Anwendung gelegt werden muß, ist Fig. 72 einige Linien breit, eben und matt und so abgeschliffen, daß ihre Fläche genau horizontal liegt, wenn die Luftblase *einspielt* oder die oben bezeichnete Stellung eingenommen hat. Das Abschleifen dieser Fläche ist aber nicht nur ein höchst mühsames und zeitraubendes Geschäft, sondern die Wasserwagen dieser Art sind auch sehr zerbrechlich. Daher umgiebt man sie gern mit einer messingenen Fassung, welche ihre Anfertigung erleichtert und die Röhre gegen Stoß und Druck schützt.

b) Die *Fassung* oder das *Gehäuse* ist eine messingene Röhre, AB Fig. 73, die oben so weit ausgeschnitten wird, bis man die Luftblase und die Strichabtheilungen im Glase vollständig sehen kann. In ihr wird die Glasröhre so befestigt, daß sie sich nicht bewegen kann. Das Gehäuse ist mit einem Fußgestelle zum Aufstellen auf eine ebene Fläche, oder mit *Trägern* zur Verbindung mit anderen Instrumenten, z. B. Fernröhren, versehen. — Das Fußgestell kann verschieden konstruirt sein. Häufig besteht es aus einer schmalen Platte a b Fig. 73, von Messing, welche etwas länger als das Gehäuse ist. Auf dem einen Ende derselben steht eine Säule b c, mit welcher die Libelle durch das Gelenk c verbunden ist; auf dem andern Ende eine runde, scheibenförmige Erhabenheit a, in deren Mitte sich ein Loch ohne Muttergewinde zur Aufnahme der senkrechten Stellschraube d befindet. Die letztere geht durch ein Schraubenloch des schmalen messingenen Armes e f, der in der Achse des Gehäuses liegt. — Da indessen Libellen mit einem Fußgestelle dieser Art nur allein zur Einstellung ebener Flächen in die Horizontale, aber nicht zur Verbindung mit Fernröhren oder solchen Instrumenten benutzt werden können, die keine Fläche besitzen, auf welche die Röhrenlibelle gestellt werden könnte, so zieht man das in Fig. 74 gezeichnete Fußgestell vor, welches an einem Ende des Gehäuses aus den beiden Beinen a b und a c und am anderen aus dem gebogenen Beine d besteht, durch das die senkrechte Stellschraube e geht; die letztere dient zur Berichtigung der Libelle. — Soll die Libelle mit einem Fernrohr verbunden werden, so schraubt man die Beine aus den Ansätzen a und v heraus, und befestigt die erstere mit Hilfe der beiden *Träger* n.n, die ein Kreis-Segment darstellen, auf demselben. — Zur Verbindung mit manchen anderen Meßinstrumenten dienen gewöhnlich stiftförmige Träger p.p. in der Achse des Gehäuses. —

Zur Berichtigung stellt man die röhrenförmige Libelle auf eine Ebene, und giebt dieser eine solche Lage, daß die Luftblase genau unter der Mitte einspielt. Sodann umzieht man bei der Libelle Fig. 73 die Messingplatte a b des Fußgestells mit feinen Bleistiftslinien, damit man dieselbe Stelle wiederfinden kann, auf der sie stand; hebt die Libelle auf, wendet sie um, und setzt sie so auf den bezeichneten Raum, daß das Ende b dort zu stehen kommt, wo früher das Ende a stand. Bewegt sich die Luftblase wieder genau unter die Mitte zurück, so ist die Ebene in der Richtung, in welcher die Libelle auf ihr steht, horizontal und die letztere richtig. Ist dies nicht der Fall, rückt die Blase mehr gegen ein Ende der Röhre hin, so ist die Fläche gegen den Horizont geneigt und die Libelle unrichtig. Es müssen also beide, weil jeder der halbe Fehler zur Last fällt, rectificirt werden. Dies geschieht, indem man zunächst die Libelle auf der einen Seite durch die Stellschraube so erhöht oder erniedrigt, daß die Luftblase um die Hälfte der Abweichung zurückgeht, also um 3 Theilstriche, wenn die Abweichung 6 Theilstriche betrug; sodann giebt man der Ebene eine solche Lage, daß die Luftblase genau unter die Mitte der Röhre tritt. Um sich zu überzeugen, ob man richtig verfuhr und ob die Ebene und die Röhre der Libelle die verlangte Stellung erhalten haben, kann man der Libelle wieder ihre erste Stellung geben und sehen ob die Blase vom mittelsten Theilstrich halbirt werde. Ist dies der Fall, so kann man sich mit Sicherheit auf die Libelle verlassen. — Mit der Röhrenlibelle Fig. 74 verfährt man ebenso, doch bezeichnet man vorher auf der ebenen Fläche CDEF die Richtung, in welche man die Libelle stellen will, durch eine feine Linie f g, setzt auf diese die Stellschraube des einen Fußes, rechts und links daneben aber, gleichweit von ihr entfernt, die beiden anderen Füße, bezeichnet die Stellung der letzteren, legt durch diese Punkte die geraden Linien h k und l m, welche die Richtungslinie senkrecht schneiden, und stellt beim Herumwenden die Libelle so auf die Ebene, daß die Stellschraube im Durchschnittspunkte g' und die beiden anderen Füße in die Linie l m zu beiden Seiten der Richtungslinie f g und gleichweit von dieser entfernt zu stehen kommen.

Gebrauch der Libellen.

§. 152. Die dosenförmigen Libellen dienen zum Horizontalstellen von Ebenen, weil sie deren Abweichung von der Horizontale nach allen Richtungen hin angeben; die röhrenförmigen zum Horizontalstellen von Linien, weil sie die Abweichung von der Horizontale nur nach einer Richtung bezeichnen. Deshalb bedient man sich der letzteren in der Regel auch

nur an Fernröhren und solchen Instrumenten, bei denen keine Flächen in die Horizontale eingerichtet werden dürfen. Dessen ungeachtet kann die röhrenförmige Libelle auch die Stelle der dosenförmigen vertreten. Dann ist es aber nöthig, sie mehrere Male, und zwar stets so auf die Fläche zu setzen, daß sie in ihrer zweiten Aufstellung rechtwinklig gegen ihre erste steht, z. B. in der Richtung h k Fig. 74, wenn sie in der Richtung f g gestanden hat. Das Einwiegen von Ebenen in die Horizontale über Kreuz hält aber ungemein auf, weil, wenn man die Ebene in der einen Richtung h k in die horizontale Lage bringt, diese in der vorigen Richtung f g des Instrumentes, wieder verloren geht, und das Verfahren mithin oft 4, 6 mal und auch öfter wiederholt werden muß. — Will man den Zweck des Horizontalstellens vollständig erreichen, so muß man bei jeder veränderten Stellung der Libelle der Luftblase einige Zeit lassen, um ihren richtigen Standpunkt zu wählen, den sie bei geringer Empfindlichkeit und sehr kleinem Neigungswinkel nur sehr allmählig gewinnen kann. Auch muß man sich hüten, keinen Theil der Libelle, namentlich der röhrenförmigen, einer größeren Erwärmung, z. B. durch die Sonnenstrahlen oder die Hand, auszusetzen als den anderen, weil die Erfahrung lehrt, daß sich nach dieser Seite hin die Luftblase um etwas zieht. *)

## 2. Der Meßtisch, die Mensel (Mensula).

Erklärung u. Eigenschaften eines guten Meßtisches.

§. 153. Der Meßtisch **), ein auf drei Füßen stehender, zu den meisten Aufnahmen höchst geeigneter, portativer Zeichnentisch, ist unstreitig eins der nützlichsten Meßinstrumente, und verdient vornehmlich dieses Lob, weil man mit Hilfe einiger anderer Instrumente auf seiner Bildfläche jede Figur des Terrains mit allen ihren Linien, Winkeln und anderen Bestimmungen im verjüngten Maßstabe darstellen und mithin sich sogleich ein anschauliches Bild von der zu vermessenden Figur

*) In Ermangelung einer Libelle kann man sich zum Horizontalstellen von Linien der Setzwage; zum Horizontalstellen der Flächen einer guten Billardkugel oder auch der Setzwage bedienen. Mit der letzteren muß man aber wie mit der röhrenförmigen Libelle verfahren; die Billardkugel rollt dagegen in der Richtung fort, in welcher sich die größte Neigung kund giebt, bleibt aber ruhig liegen, wenn die Ebene horizontal ist.

**) Der Erfinder des Meßtisches war Johann Prätorius, Professor der Mathematik zu Altorf. Kein Instrument hat so viel Verbesserer gehabt als dieses.

oder Gegend und der Lage aller ihrer Theile verschaffen kann. — Ein gut gebauter Meßtisch muß

1) die ebene Oberfläche seiner Tischplatte genau horizontal stellen lassen, und zugeben, daß die letztere, ohne diese Lage zu verlieren, sanft um die vertikale Achse gedreht werden kann, die man sich durch ihre Mitte gelegt denkt. Diese Bewegung wird die Azimuthalbewegung genannt;
2) die Stellung, welche man ihm giebt, durch unwillkürliche Berührung, z. B. mit den Händen während des Zeichnens, und beim Gebrauch der darauf gestellten Instrumente, nicht verlieren, und keine zitternde (vibrirende) Bewegung annehmen;
3) gestatten, einen beliebig auf ihm verzeichneten oder durch Construction gefundenen Punkt ohne viele Schwierigkeit genau über den ihm entsprechenden oder gleichnamigen Punkt auf der Erde (terrestrischen Punkt) zu stellen;
4) erlauben, eine auf seiner Bildfläche gezogene gerade Linie schnell in die Vertikalebene (Allignement) der gleichnamigen terrestrischen Linie einzurichten;
5) dauerhaft, nicht wandelbar, dabei jedoch leicht tragbar sein, damit der Gehilfe, welcher mit seinem Transport von einem Stationspunkt zum anderen beauftragt ist, ihn nicht zerbrechen, aber bequem fortschaffen kann.

Soviel man sich indessen auch bemüht hat, einen Meßtisch zu construiren, der diesen Anforderungen vollständig entspricht, so hat man doch bisher noch keinen erfunden, der fehlerfrei wäre. Die meisten sind zu künstlich und daher wandelbar, oder wenn man sie handfester machen wollte, zu schwer geworden. Gewöhnlich bestehen die Meßtische aus drei Theilen, nämlich:

1) dem Meßtischblatte, der Tablette oder Planchette;
2) der Bewegung oder dem Kopf, oder Aufsatz, durch welchen die horizontale Drehung des Tischblattes bewirkt wird;
3) dem Fußgestell oder Stativ.

Betrachten wir jeden dieser Theile näher.

### A. Das Meßtischblatt. (Fig. 75 und 76.)

§. 154. Das Meßtischblatt dient als Reißbrett und soll auf dem darüber gespannten Papier die Zeichnung der Vermessung aufnehmen. Es ist etwa 10 bis 15″ im Gevierte, aus gutem, trocknen, feinfasrigen, gewöhnlich Linden- oder Ahornholz verfertigt, und so aus mehreren dünnen Platten zusammengeleimt, daß sich deren Faserlagen kreuzen, damit ein Werfen

oder Verziehen des Blattes verhindert werde. Auch wird die Tablette wohl aus vier congruenten Dreiecken gebildet, welche mit ihrem Hirnholze feſt zuſammenſtoßen und deren Faſern aus dem angeführten Grunde rechtwinklig gegen einander ſtehen, und häufig zum Ueberfluſſe noch mit einem Rahmen von ebendemſelben Holze umgeben, deſſen einzelne Theile gleichfalls mit den Faſern rechtwinklig zuſammentreffen, und eine andere Faſernlage haben als die Dreiecke. — Die aus ſo vielen einzelnen Theilen zuſammengeſetzten Tabletten ſind indeſſen nicht von ſolcher Brauchbarkeit, wie die der viel einfacheren erſtgenannten Conſtruction, weil die Fugen, aller Genauigkeit bei der Anfertigung ungeachtet, doch leicht aus einander trocknen, und erhabene Linien bilden, die beim anhaltenden Gebrauch anderer Inſtrumente auf der Tablette ſich auf dem Zeichnenpapier durch Schmutzſtreifen zu erkennen geben. — Um eine leichte Tablette herſtellen zu können, und die etwa abgebrochenen und im Holze ſtecken gebliebenen Spitzen der Stationsnadeln (§. 184) unſchädlich zu machen, hat man vorgeſchlagen, über und unter einen Blendrahmen a a Fig. 77, von trocknem Tannen- oder Kiehnenholze ein $\frac{3}{4}$ Zoll dickes lindenes Brett b c und d e ſo zu leimen, daß die Faſern des oberen mit denen des unteren ſich durchkreuzen, und in der Mitte beide Bretter durch eine runde Scheibe f von 3 bis 4 Zoll im Durchmeſſer und von der Stärke des Blendrahmen zu verbinden. In den hohlen Raum zwiſchen den Brettern ſollen die ſtecken gebliebenen Spitzen mit dem abgebrochnen obern Theil der Nadeln gedrückt werden. Allein Meßtiſchblätter, welche auf dieſe Weiſe conſtruirt ſind, werfen ſich nicht nur ſehr leicht, beſonders wenn ſie naß werden und gleich darauf den brennenden Sonnenſtrahlen ausgeſetzt ſind, ſondern ſpringen auch wohl gar, weil die dünnen Bretter faſt jeder Feſtigkeit und jedes innern Haltes entbehren. Macht man ſie ſtärker, ſo wird das Durchdrücken der Nadelſpitzen unmöglich. — Die Oberfläche der Planchette muß mit der Unterfläche genau parallel laufen, eine vollkommene Ebene bilden, und dieſe letztere Eigenſchaft trotz aller äußeren Einwirkung von Hitze und Feuchtigkeit behaupten.

Um zu prüfen, ob die Tablette vollkommen eben ſei, legt man ein genau gearbeitetes, wo möglich metallenes, Lineal nach allen Richtungen mit der Schärfe auf die Tablette; ſchließt die Schärfe dicht und genau an die Ebene an, ſo iſt dieſe ohne Fehler; oder man ſtellt die doſenförmige Waſſerwage darauf, und mittelſt der letzteren die Tablette genau horizontal. Spielt nun,

so oft man auch die Stellung der Wasserwage verändern mag, deren Blase genau ein, so ist das Blatt vollkommen eben; im entgegengesetzten Fall muß es abgeschliffen werden.

Will man untersuchen, ob die untere Fläche des Meßtischblattes auch wirklich parallel mit der oberen laufe, und ob der horizontal gestellte Meßtisch bei einer Azimuthalbewegung diese Stellung behält, so setzt man das Dosenniveau auf die Mitte der Tablette, dreht die letztere allmählig um die vertikale Achse des Instruments, und beobachtet, ob die Wasserblase nach jeder Bewegung wieder genau nach ihrer früheren Stellung unter den concentrischen Kreisen zurückkehrt. Ist dies nicht der Fall, so laufen die beiden Flächen des Meßtischblattes nicht parallel mit einander, und die eine muß abgeschliffen werden.

In der Mitte der unteren Fläche der Planchette ist ein messingener Ring, **ABC Fig. 76**, von etwa 3 bis 4″ im Durchmesser, vermittelst dreier Holzschrauben befestigt. In ihm befinden sich drei Schraubenlöcher mit Muttergewinden und ein Stiftloch, vermittelst welcher die Tablette durch Lappenschrauben und einen Stift mit dem Stativ verbunden werden. Der Rand des Ringes ist mit einer reifenförmigen Hervorragung, dem sogenannten Kranze, umgeben, damit die Schraubenlöcher des Stativs, wenn der Stift des letzteren in das Stiftloch des Ringes gebracht ist, sich leichter unter die Schraubenlöcher des Ringes stellen lassen. Endlich befindet sich an einer Kante der unteren Seite der Planchette noch eine Vorrichtung, **DE**, zum Anschrauben der Orientir-Boussole (§. 189). Sie besteht gewöhnlich aus einer Messingplatte, welche so in das Tischblatt eingelassen und durch 2 Holzschrauben befestigt ist, daß ihre Fläche genau in der Ebene der untern Planchettenfläche, also auch parallel mit der oberen, liegt. In dieser Messingplatte befinden sich in der Regel zwei Stiftlöcher und ein Schraubenloch mit Muttergewinde zur Aufnahme zweier Stifte und einer Lappenschraube der Orientir-Boussole. Doch ist diese Vorrichtung an verschiedenen Meßtischblättern sehr verschieden.

### B. Die Bewegung, der Kopf oder Aufsatz.

§. 155. Die Einrichtung des Kopfes, des Aufsatzes oder der Bewegung ist außerordentlich verschieden. Von ihr hängt besonders die Brauchbarkeit des ganzen Instrumentes ab; daher sind fast unzählige Versuche gemacht worden, eine Be- Allgemeine Bemerkung.

wegung zu construiren, die jeder Forderung Genüge leiste, allein jeder dieser Einrichtungen geht irgend eine gute Eigenschaft der anderen ab. Wir können uns daher hier nur auf die Beschreibung der Bewegungen einlassen, welche man für die vorzüglichsten hält, und die daher am häufigsten bei Meßtischen vorkommen.

Der sächsische od. Lehmann'sche Kopf.

§. 156. a. Der sogenannte sächsische oder Lehmann'sche Kopf, Fig. 78, besteht:

1) aus einer messingenen Scheibe, AB, die genau in den Kranz der Tablette paßt, etwa 3″ im Durchmesser, 3 Schraubenlöcher (a) ohne Gewinde, die mit den Muttergewinden im Ringe der Tablette zusammentreffen, und einen Stift (b) hat. Vermittelst des Stiftes und dreier Lappenschrauben R, welche durch jene Schraubenlöcher gehen, kann die Scheibe mit der Tablette verbunden werden;

2) aus einem messingenen Hohlcylinder C, der in der Mitte der Scheibe, aber auf ihrer unteren Fläche steht, etwa 2 bis 3″ lang ist und in einer gezahnten Scheibe, D, endigt;

3) aus einem messingenen Vollcylinder, EF, der mit seinem oberen Theile, einem cylindrischen oder besser konischen Zapfen, E, genau die cylindrische oder konische Höhlung des Hohlcylinders ausfüllt, und durch eine Schraubenvorrichtung, cc, welche durch den Mittelpunkt der Scheibe AB geht, auf das innigste mit dem Hohlcylinder verbunden ist. Da, wo der Vollcylinder aus dem letzteren hervortritt, erweitert er sich um etwas, etwa um 2 bis 3 Linien, und hier ist an einer seiner Seiten eine kleine Messingplatte, GH, von etwa $1\frac{1}{2}$″ im Gevierte, so angelöthet, daß sie rechtwinklig gegen die Achse des Vollcylinders steht. Sie trägt die Mikrometer-Schraube LM. Gleich unter diesem Plättchen wird der Hohlcylinder wieder dünner, und greift mit einem etwa 2 bis 3″ langen Zapfen, F, in einen zweiten Hohlcylinder, welcher zwischen den Beinen des Stativs befestigt ist, und in dem er, vermittelst einer Horizontalschraube, festgestellt werden kann.

4) Die Schraube ohne Ende oder Mikrometer-Schraube, LM, ruht zwischen zwei beweglichen Kloben, de und fg Fig. 79, welche durch eine Klammer, ef, verbunden sind, und ist so in die Kloben eingelassen, daß sie mit dem viereckigen Zapfen oder Gevierte MP durch einen Kloben hindurch greift und sich, ohne ihre Stelle zu verändern, um ihre Achse bewegen kann. Damit man aber nicht unwillkürlich, etwa durch einen Stoß oder eine andere Berührung, die Mikrometer-

terschraube bewegen könne, ist der auf das Gevierte passende Schraubenschlüssel, PQ, zum Abnehmen eingerichtet. Die Kloben sind durch kleine Schräubchen, welche von unten durch die Messingplatte GHJK gehen, mit dieser zwar verbunden, allein so, daß sie in ihrer Längenrichtung vor- und zurückgeschoben werden können. Dies wird erreicht durch längliche Schraubenlöcher, e und f, die aber nur gerade so breit, als die Schräubchen dick sind, daher keine Seitenabweichung der Kloben gestatten. Vermittelst einer Gegen- oder Druckschraube, N, die durch einen dritten feststehenden Kloben, O, geht und gegen die Klammer ef drückt, wird die Mikrometerschraube gegen die gezahnte Scheibe, D, des Hohlcylinders so getrieben, daß ihr feines Gewinde in deren Zähne eingreift und, wenn sie, vermittelst des Schraubenschlüssels gedreht wird, die gezahnte Scheibe, den Hohlcylinder und mit ihm die darauf befestigte Tablette, um die Cylinderachse bewegt. Durch das Zurückschrauben der Gegenschraube N kann aber auch die Mikrometerschraube von der gezahnten Scheibe so weit entfernt werden, daß beide nicht mehr in einander greifen. Im letzteren Falle kann das Meßtischblatt mit der Hand frei um die Cylinderachse gedreht werden. Dies nennt man die grobe Bewegung im Gegensatze gegen die fast unmerkliche oder feine Bewegung mit der Mikrometerschraube. — Damit das Gewinde der letzteren nicht durch vom Winde hineingewehete Sandkörner oder Staub leide, ist sie, bei sorgfältig gearbeiteten Instrumenten, mit einem Messingplättchen zugedeckt, welches auf die beweglichen Kloben und deren Klammer mit kleinen Schräubchen befestigt ist. Diese Vorrichtung, in Vereinigung mit den beiden Kloben und ihrer Klammer, nennt man wohl das Gehäuse der Mikrometerschraube. — Die älteren Köpfe dieser Art entbehren den unteren Zapfen, F, des Vollcylinders und die grobe Bewegung im Hohlcylinder des Stativs, indem sie mit dem letzteren fest verbunden sind. Dies hat aber den Nachtheil, daß man bei jeder groben Bewegung die Mikrometerschraube von der gezahnten Scheibe abrücken muß, wodurch nicht nur die länglichen Schraubenlöcher und die dadurch gehenden Schrauben sich sehr ausarbeiten, sondern auch die feinen Gänge der Mikrometerschraube sehr leicht beschädigt werden, wenn man das Gehäuse der letzteren nicht sehr vorsichtig oder nicht weit genug zurückzieht oder schnell gegen die gezahnte Scheibe herantreibt. Am sichersten geschieht das erstere, wenn man die Druckschraube nachläßt, mit dem

Schraubenschlüssel die Mikrometerschraube so lange bewegt, bis sie nicht mehr in die gezahnte Scheibe eingreift, und sodann erst das Gehäuse mit der Hand weiter zurückschiebt. —

Beurtheilung des sächsischen Kopfes.

§. 157. Der sächsische oder Lehmannsche Kopf ist im Ganzen genommen sehr einfach und bequem, und gestattet eine grobe und feine Horizontalbewegung um die Achse des Cylinders, wenn die Tablette vorher horizontal gestellt ist; allein das letztere ist mit mancher Schwierigkeit verbunden, da es nur durch das Eindrücken des einen oder des andern Beines des Stativs in den Boden, oder durch das Verrücken der Füße bewirkt werden kann. Um diesem Uebelstand abzuhelfen ist

b. Der sächsische Kopf mit d. Kugel- od. Nußgelenk.

§. 158. b. der sächsische Kopf mit dem Kugel- oder Nußgelenk versehen worden. Sein oberer Theil hat vollständig dieselbe Einrichtung des gewöhnlichen sächsischen Kopfes, doch endet der Vollcylinder, F, etwa $\frac{3}{4}$'' unter dem Ansatze für die Mikrometerschraube mit einer messingenen Kugel, der sogenannten Nuß, G, von bis $1\frac{1}{2}$'' im Durchmesser. Diese Kugel ruht in einer dreiviertel Hohlkugel, Nußhülse genannt, H, welche gegen unten in einem etwa 2'' langen Vollcylinder, J, ausläuft, der wieder in einen, zwischen den Beinen des Stativs befindlichen Hohlcylinder greift, und in diesem, entweder durch eine in die Achse des Vollcylinders fassende Vertikalschraube festgehalten, oder durch eine Horizontalschraube, die durch die Seitenwand dieses zweiten Hohlcylinders geht, befestigt werden kann. Die Nußhülse besteht aus zwei, drei oder vier Blättern, welche das Bestreben haben, sich von einander zu entfernen, aber vermittelst eines Spannringes, K, nebst Schraube L, Fig. 81, zusammengedrückt und so fest um die Nuß, G, gespannt werden kann, daß diese sich nicht zu bewegen vermag.

Beurtheilung des Kopfes mit Kugelgelenk.

§. 159. Ein auf diese Weise eingerichteter Meßtischkopf hat vor dem gewöhnlichen sächsischen zwar den Vortheil, daß die Tablette schneller wagerecht gestellt werden kann, allein so fest man auch immer den Spannring zusammenziehen und die Nußhülse zusammendrücken mag, so wird sich doch in ihr die Nuß immer noch bei jedem etwas stärkeren Druck der Hand bewegen, ja oft schon, wenn man beim Zeichnen oder beim Bewegen der Instrumente auf der Tablette die letztere leise berührt. Man muß daher, wenn die Meßtischplatte die horizontale Lage behaupten soll, äußerst behutsam arbeiten, und wird dessen ungeachtet nicht selten in die Gefahr kommen, sie auf einer Seite niederzudrücken und dadurch die Instrumente herunter zu werfen.

§. 160. c. Der Kopf mit drei senkrechten Stellschrauben ohne Mikrometer-Schraube, Fig. 82.*) Mit einer messingenen Scheibe, ab, von etwa 3″ im Durchmesser, in der sich 3 Schraubenlöcher ohne Muttergewinde befinden, steht ein etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2″ langer Hohlcylinder, cd, in Verbindung, der mit ihr entweder in einem Stück gegossen oder zusammengelöthet ist. In der cylindrischen oder conischen Höhlung desselben dreht sich, ihn ganz ausfüllend, ein Vollcylinder oder konischer Zapfen, e, welcher unten in einer kugelförmigen Nuß, f, endigt, und in jenem Hohlcylinder, vermittelst einer durch dessen Seitenwand gehenden Horizontalschraube, befestigt werden kann. — Die Nuß ruht in einer Nußhülse, gh, in Gestalt einer dreiviertel Hohlkugel, und läßt sich in dieser sowohl um die Achse des Cylinders, als auch nach der Seite hin so bewegen, daß der Zapfen sich mehr der Nußhülse nähert. Die letztere steht entweder unbeweglich mit dem Fußgestell in Verbindung, oder ist mit dem an diesem befindlichen Zapfen, i, durch einen Hohlcylinder, lm, und eine Horizontalschraube, m, so verbunden, daß hier willkürlich eine Bewegung um die Achse des Zapfens erzeugt oder das Instrument festgestellt werden kann. Unmittelbar unter der Nußhülse läuft um den Cylinder lm ein starker messingener (zuweilen auch hölzerner) Ring, kn, aus dem sich drei mit ihm aus einem Stücke gegossene (geschnittene) etwa $3\frac{1}{2}$ bis 4″ lange Arme, no, hp und kq, nach entgegengesetzten Richtungen, aber senkrecht zur Achse des Instrumentes, erstrecken. Durch die äußeren Enden der Arme gehen 3 gegen 4″ lange und mit einem Griffe versehene Stellschrauben, or, ps, qt, senkrecht bis zum Meßtischblatte empor, und dienen dazu, demselben, durch ein Länger- oder Kürzerschrauben, eine horizontale Stellung zu geben und das Blatt in dieser zu erhalten, wenn vorher die Cylinder cd und ef durch die Horizontalschraube, v, eng verbunden und unbeweglich gemacht sind.

c. Der Kopf mit 3 senkrechten Stellschrauben ohne Mikrometerschraube.

§. 161. Wenn sich die Tablette, vermittelst der drei senkrechten Stellschrauben, auch sehr schnell horizontal schrauben und in dieser Lage erhalten läßt, so hat der Kopf doch folgende sehr bedeutende Mängel:

Beurtheilung des Kopfes mit senkrechten Stellschrauben ohne Mikrometerschraube.

1) Wenn die senkrechten Stellschrauben etwas stark angezogen werden, heben sie die Tablette von dem über der kugelför-

*) In Fig. 82 haben wir uns das Meßtischblatt halb durchgeschnitten gedacht, so daß man den ganzen Kopf sehen kann.

migen Nuß befindlichen Volleylinder oder koniſchen Zapfen ab, wodurch ſie eine ſehr unſichere, leicht verrückbare Lage erhält;

2) Entbehrt er des Vortheils einer Mikrometerſchraube. Die letztere iſt mit dieſem Kopf, des Druckes wegen, den die 3 ſenkrechten Stellſchrauben gegen das Meßtiſchblatt ausüben, nicht zu vereinbaren. Denn die Reibung des letzteren auf den Enden der 3 Schrauben müßte der Wirkſamkeit der Schraube ohne Ende ſo entgegenwirken, daß ihre feinen Gänge bald ausgeſchliffen ſein und ausbrechen würden. Aus demſelben Grunde iſt auch

3) eine leiſe Azimuthalbewegung zum Einrichten irgend einer auf der Tablette verzeichneten geraden Linie in ein gegebenes Alignement nur ausführbar, wenn die ſenkrechten Stellſchrauben nachgelaſſen werden. Hierdurch geht jedoch in der Regel wieder die horizontale Stellung verloren, und muß corrigirt werden, wenn die Linie eingerichtet iſt. Bei dieſem Geſchäft iſt aber nichts gewöhnlicher, als daß jene Linie aus der verlangten Richtung kommt, und ſo muß man oft mehrmals von einer Correction zur andern übergehen, um vollſtändig zum Zweck zu gelangen, wodurch nothwendig viel Zeit verloren geht. Will man zur Azimuthalbewegung den untern Cylinder, i, als Achſe benutzen, ſo geht es gleichfalls ohne Correction der horizontalen Lage der Tablette nicht ab, denn die Bewegung um denſelben iſt in der Regel nicht horizontal, weil über ihm das Kugelgelenk und die Stellſchrauben befindlich ſind, durch welche die horizontale Richtung der Tablette gewonnen wird.

Es ſcheint mithin ein Kopf dieſer Art den beiden vorgenannten bedeutend nachzuſtehen, obwohl er nicht ſelten gelobt und empfohlen worden iſt.

d. Der Kopf mit drei ſenkrechten Stellſchrauben, einem Kugelgelenk u. einer Mikrometerſchraube.

§. 162. d. Der Kopf mit drei ſenkrechten Stellſchrauben, einem Kugelgelenk und einer Mikrometerſchraube ſoll die Vortheile dieſer Vorrichtungen vereinigen, ohne die Nachtheile der beiden erſteren zu haben, und iſt in der That ſehr brauchbar, wenn er nicht mit rauhen Händen gehandhabt wird. Es giebt einen älteren und einen neueren Kopf dieſer Art. Beide ſind in Fig. 83 und 84 in einer Durchſchnittsanſicht dargeſtellt. *)

*) In beiden Figuren iſt zugleich die Verbindung des Voll-

aa. Der ältere, Fig. 83, ist in seinem oberen Theile fast gänzlich dem mit einem Kugelgelenk versehenen sächsischen Kopfe gleich, nur mit dem Unterschiede, daß der untere Vollcylinder, F, der in der Nuß, G, ausläuft, länger als bei jenem und bis zur letzteren circa 2″ lang ist; und daß das Plättchen, auf dem die Mikrometerschraube ruht, sich um den Vollcylinder herum zu einer Kreisfläche, VWX, von circa 5″ im Durchmesser ausdehnt, und eine etwas größere Stärke erhält. Zur Vermeidung der Reibung der gezahnten Scheibe, D, auf dieser größeren Kreisfläche, ist die erstere unten auf die Weise ausgeschliffen, wie es bei ee angedeutet ist. — Die Nuß ruht in einer metallenen Pfanne, JHKL, die in eine Walze, MNOP, von gutem Ahorn-, Linden-, Buchen- oder ähnlichem Holze eingelassen ist, etwa 5″ im Durchmesser und 3″ Höhe hat. In der Mitte der unteren Fläche dieser Walze befindet sich der dreiseitig prismatische Zapfen Z, an den die Beine des Stativs befestigt werden. Oben auf der Walze liegt eine scheibenförmige Messingplatte, QRS, welche durch mehrere kleine Schrauben, x, sowohl mit der Walze als mit der Nußpfanne verbunden ist, die halbkugelförmige Aushöhlung der letzteren zur dreiviertel Hohlkugel ergänzt, die Nuß darin festhält und in welcher sich über den Schraubenkammern, U, drei Schraubenlöcher mit Muttergewinden zur Aufnahme der senkrechten Stellschrauben, T, befinden, die mit dem oberen kugelförmigen Theil ihres großen Kopfes bis zur Scheibe VWX hinauf reichen, dieselbe unterstützen, und durch Nachlassen und Anziehen in eine horizontale Lage bringen.

bb. Der neuere Kopf dieser Art, Fig. 84, bei dem die Absicht vorwaltet, den Stellschrauben mehr Spielraum und Wirksamkeit zu verschaffen, das Instrument leichter und die Verbindung mit den Beinen des Stativs fester zu machen, weicht von jenem älteren Kopfe nur in der Einrichtung und Zusammenfügung der einzelnen Theile ab. — An der unteren Fläche der messingenen Scheibe VWX befindet sich nämlich die Nußpfanne, kihl, und ist entweder mit ihr aus einem Stücke gearbeitet oder an dieselbe angelöthet. In der halbkugelförmi-

---

cylinders E mit dem Hohlcylinder C und der Scheibe AB durch die Mutterschraube ce, mit zwei Vertiefungen zur Aufnahme eines Schraubenschlüssels, in welche die Schraube v eingreift, die auf dem Gevierte s steht, und das runde Plättchen o o, welches das Gevierte umgiebt, genugsam zu erkennen.

gen Aushöhlung der Pfanne wird die Nuß durch einen mit kleinen Schräubchen befestigten Ring, h l, der erstere zur dreiviertel Hohlkugel ergänzt, so festgehalten, daß sie sich noch frei bewegen kann. Der Vollcylinder F, der mit der Nuß G aus einem Stücke besteht, ist fast 5″ lang, hängt vertikal herunter und endet unten in einem Bolzen, t, der zuletzt in einem Schraubengewinde, y, ausläuft. — Die kreisförmige messingene Scheibe QRS, in der sich 3 Schraubenlöcher mit Muttergewinden zur Aufnahme der senkrechten Stellschrauben, T, befinden, ist auf keine hölzerne Walze, sondern auf einen metallenen Hohlcylinder, OU, vermittelst mehrerer kleiner Schräubchen aufgeschroben, der sich zwischen den Beinen des Stativs befindet, und mit diesen durch drei Flügelscharniere, C′C′, verbunden ist. Durch ein Loch in der Mitte der kreisförmigen Fläche QRS, das gleichen Durchmesser mit dem Vollcylinder F hat, wird der letztere in den Hohlcylinder OU des Stativs gesteckt, und in diesem, vermittelst einer Mutterschraube mit Flügeln, z z, die auf das an seinem unteren Ende befindliche Schraubengewinde y paßt, festgehalten. — Ist auf diese Weise der Kopf zusammengesetzt, so ruht der obere Theil desselben mit der Scheibe VWX auf den Köpfen der drei senkrechten Stellschrauben T, vermittelst welcher jene Scheibe horizontal zu stellen ist, wodurch auch die Bewegung der Scheibe AB, mithin der Meßtischplatte, um die senkrechte Achse des Cylinders E horizontal werden muß. — Würden beim Horizontalstellen der Scheibe VWX zufällig die Stellschrauben sämmtlich nachgelassen, so sänke der Cylinder F und mit ihm die Flügelschraube z tiefer hinunter, und letztere träte außer Berührung mit dem Hohlcylinder OU des Stativs, wodurch nothwendig eben sowohl die feste Verbindung zwischen dem oberen und unteren Theile des Kopfes verloren gehen, als durch ein zufälliges fortgesetztes Anziehen sämmtlicher Stellschrauben der Ring, welcher die Nuß in ihrer Pfanne einschließt, und die Gewinde jener Schrauben Schaden leiden müßten. Um jenem Uebelstand abzuhelfen, diesen aber durch ein öfteres unschädliches Nachlassen der Stellschrauben vermeiden zu können, giebt man dem Hohlcylinder OU des Stativs eine größere innere Weite, als er zur Aufnahme des Vollcylinders F erhalten dürfte, und schiebt eine starke Sprungfeder, a a, um den letzteren hinein, welche sich unten gegen einen Vorreiber mit Kranz, n n, oben gegen die kreisförmige Fläche QRS stemmt, und somit durch ihre Elasticität eine feste Vereinigung des oberen Theils des

Kopfes mit dem unteren bewirkt, den Stellschrauben aber einen größeren Spielraum verschafft.

Da beim älteren wie beim neueren Kopfe dieser Art eine grobe Azimuthalbewegung nur möglich ist, wenn die Mikrometerschraube von der gezahnten Scheibe zurückgezogen wird, dadurch aber häufig, wie wir §. 156 gesehen haben, deren Gewinde leiden und durch Oeffnen der Gegenschraube und Wiederanziehen derselben viel Zeit verloren geht, so ist bei manchen Instrumenten wohl die Einrichtung getroffen, daß die Mikrometerschraube durch den Druck gegen eine Feder, welche an der Stelle angebracht ist, wo gewöhnlich der Stollen zur Gegenschraube sich befindet, aus der gezahnten Scheibe behutsam herausgehoben, und wenn die grobe Bewegung geschehen ist, durch Aufhebung des Druckes, wieder gegen jene Scheibe hinangebracht wird.

Beurtheilung des Kopfes mit senkrechten Stellschrauben u. einer Mikrometerschraube.

§. 163. Einem Kopfe dieser Art, sei er wie Fig. 83 oder wie Fig. 84 gebaut, ist nur vorzuwerfen, daß sein Mechanismus sehr zusammengesetzt ist, und mithin leicht wandelbar wird; im Uebrigen entspricht er den Anforderungen einer guten Bewegung viel vollständiger als die früher genannten. — Ob nun aber die neuere Construction der älteren vorzuziehen sei, steht sehr dahin. Die ältere ist offenbar einfacher, der Kopf besteht aus weniger Theilen, ohne doch dadurch ein Gelenk einzubüßen, und scheint daher dauerhafter zu sein. Aus diesem Grunde würde ich sie unstreitig der neueren vorziehen, wenn eine zweckmäßigere Verbindung des Kopfes mit den Beinen des Stativs eingeleitet ist.

Der münchener Kopf.

§. 164. Der münchener Kopf, so genannt, weil er in München erfunden und dort zuerst angefertigt wurde, von Vielen als der vorzüglichste geschätzt, in Fig. 85 im Durchschnitte, in Fig. 86 in einer Seitenansicht mit Stativ dargestellt, ist unstreitig noch complicirter als der vorstehend beschriebene, wie wir sogleich sehen werden. — Seine kreisförmige Scheibe a b, welche in ihrer Mitte durch eine Platte, c d, so verstärkt ist, daß sie den inneren Raum des Tablettenringes ABC, Fig. 76, mit dem sie durch drei Lappenschrauben, e, verbunden wird, ausfüllt, hängt mit dem konischen Centralzapfen f g, für dessen Scheibe unter jener Platte, e d, eine Kammer angebracht ist, durch 4 oder 5 kleine Schräubchen zusammen. Der Centralzapfen, f g, wird von einer, in ihrer Mitte kugelartig, an ihren Enden, i i und o o, aber cylindrisch geformten Buchse, i h o, von Glockenmetall umgeben. Buchse und Cen-

tralzapfen werden unten bei g durch ein messingenes Plättchen und drei kleine Schrauben so mit einander verbunden, daß sich der Centralzapfen zwar um seine Achse bewegen, aber aus der Buchse nicht herausziehen kann. Die kugelförmige Verstärkung, hh, der letzteren ruht in einer Hülse, dem sogenannten Kessel, kk, die oben ein Segment einer Hohlkugel darstellt, unten aber in einem Hohlcylinder, mm, ausgeht, in welchen der untere cylindrische Theil der Buchse oder der Unterzapfen, oo, hinabhängt, und vermöge eines Spielraums von etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2 Linien im Lichten, sich seitwärts aus der Achse des Hohlcylinders hinausbewegen kann. — Der Kessel hängt unten mit dem in einer Schraube, y, auslaufenden konischen Zapfen, w, zusammen, mit dem er in einem Stück gegossen ist, und der durch die Mitte des Fußgestells gesteckt und mit diesem durch eine Flügelschraube, z, und dem Vorreiber, x, so fest vereinigt ist, daß er sich weder herausziehen noch um seine Achse bewegen läßt. Oben wird der Kessel kk durch den Deckel nn, der mit mehreren kleinen Schräubchen, ll, auf ihm befestigt ist, und gleichfalls ein Segment einer Hohlkugel darstellt, geschlossen. Der Deckel hält die Buchse im Kessel so fest, daß sie weder beim Transporte des Instrumentes aus ihm herausfallen, noch sich um ihre Achse drehen kann. Durch die Seitenwände des unteren Hohlcylinders des Kessels gehen, in sich entgegenstehenden Richtungen, drei horizontale Stellschrauben, p, die, wenn sie angezogen werden, gegen den Unterzapfen der Buchse drücken, und durch Oeffnen und Anziehen der Achse der letzteren eine senkrechte, und somit der Scheibe ab und dem Meßtischblatte eine horizontale Lage geben können. — In dieser Beschaffenheit hat das Instrument nur eine grobe Bewegung um den konischen Zapfen fg. Damit es aber auch eine feine Bewegung erhalte, hat man den Ober- oder Halszapfen, ii, der Buchse durch einen, etwa $\frac{3}{4}$'' breiten Ring, vv, umgeben, und diesen mit der Scheibe ab durch eine Mikrometerschraube, s, in Verbindung gesetzt. Die letztere bewegt sich nämlich in zwei sogenannten Klemmen, cd und uw, Fig. 87, von denen die erstere an die Scheibe ab, die letztere an den Ring v angeschroben ist. Die Klemme cd besteht aus vier Balken, die rechtwinklig zusammentreffen, und zwei aus einem Stücke gearbeitete Theile, c und d, bilden, welche an zwei einander diagonal gegenüber liegenden Eckkanten der Klemme durch zwei Schräubchen zusammengefügt sind. In der Klemme befindet sich eine kleine Kugel, i, von Mes-

fing, zu deren Aufnahme in die vier Seitenwände der ersteren vier Pfannen, welche eben soviel kleine Hohlkugelsegmente darstellen, eingeschliffen sind. Durch die Mitte dieser Kugel geht die Schraubenmutter für die Mikrometerschraube s. Die andere Klemme, u w, besteht dagegen aus dem an den Ring v durch zwei Schrauben befestigten Ansatz o m n, dem Winkelbalken w mit zwei Lappen x, durch welche zwei Schrauben gehen und den Balken mit dem Ansatz verbinden, und endlich aus dem geraden Balken u, der durch einen Zapfen mit dem Ansatz o m n, und durch eine Schraube mit dem Winkelbalken w zusammengefügt ist. In dieser Klemme ist die Mikrometerschraube, vermittelst einer kugelförmigen Erweiterung, r, ihres Schaftes, in vier flachen Hohlpfannen gerade so befestigt, wie jene Kugel mit ihrem Muttergewinde in der anderen Klemme c d. Dadurch, daß sich beide Kugeln, wenn sich die Klemmen von einander entfernen oder einander nähern, in ihren Pfannen wie um ihre Achsen drehen, behauptet die Mikrometerschraube stets ihre richtige Stellung in der Tangente des Ringes v, und kann wirksam in das Schraubengewinde der Kugel i eingreifen. Bevor aber die feine Bewegung bewirkt wird, muß die, an der der Mikrometerschraube entgegengesetzten Seite des Kopfes angebrachte, Klemmschraube q, Fig. 85, welche in dem Absatz r ihr Muttergewinde hat, und die Feder oder den Kloben t gegen den Halszapfen der Buchse drückt, angezogen und dadurch die grobe Bewegung des Instrumentes gehemmt werden.

Beurtheilung des münchener Kopfes.

§. 165. Durch den münchener Kopf läßt sich allerdings das Meßtischblatt vermittelst der Stellschrauben eben so bequem und genau horizontal stellen, als eine auf der Tablette verzeichnete gerade Linie mittelst der Mikrometerschraube in eine gegebene Richtung scharf einrichten, allein das ganze Gebäude ist so künstlich componirt und muß, wenn keine Unsicherheit in der Lage seiner einzelnen Theile vorkommen soll, so sorgsam gearbeitet werden, daß nicht nur seine Anfertigung mit großen Schwierigkeiten, seine Anschaffung mit großen Kosten verknüpft und die Wiederherstellung der schadhaften Theile nur von einem sehr geschickten Mechanikus möglich ist, sondern daß auch eine Beschädigung der Gewinde der Klemm-, Mikrometer- und Stellschrauben, die fortgesetzt gebraucht werden, sehr häufig vorkommen muß. Selbst bei der sorgsamsten Behandlung des Instrumentes können die Stellschrauben, die nur sehr wenig Raum zur Wirksamkeit haben, und die Mikrometerschraube, die keine

Schraube ohne Ende ist, im Eifer der Arbeit überdreht, und deren Gewinde, besonders die der letzteren, wenn die Kugeln in den beiden Klemmen in der Sonnenhitze eintrocknen oder zu wenig Spielraum in den Pfannen haben, ausgeschliffen werden. Leidet aber nur das Gewinde einer Stellschraube, so kann der Aufnehmer die beiden anderen Schrauben nicht mehr benutzen, weil er dann durch sie das Instrument feststellen muß; hierdurch erhält die Achse der Buchse in der Regel eine solche Lage, daß sie mit der Achse des Hohlcylinders m. m einen Winkel macht, wodurch das Horizontalstellen des Meßtischblattes durch die Stativ-Füße allein sehr erschwert wird. — Der münchener Kopf hat also neben manchen Vorzügen auch sehr bedeutende Mängel.

Der berliner Kopf.

§. 166. Endlich der berliner Kopf, Fig. 88, gebaut vom Mechanikus Hennefuß, steht durch seine Einfachheit dem münchener Kopf gerade entgegen. Er hat weder eine Vorrichtung zum Horizontalstellen, noch eine Mikrometerschraube, und ist aus dem Bestreben hervorgegangen, ein Instrument zu liefern, das möglichst wenig wandelbar ist, und durch Aufhebung der Reibung, so viel irgend thunlich, eine so sanfte Azimuthalbewegung gestatte, daß keine besondere, mehr oder weniger wandelbare, Vorrichtung zu einer feinen Bewegung nöthig wird. — Er besteht:

a) aus einem dosenförmigen Ringe a b c, etwa $1\frac{1}{2}$'' im Durchmesser und $\frac{1}{2}$'' hoch, von dem drei etwa 2'' lange Arme c d, b e, a f, ausgehen, die am Ringe gleiche Stärke mit diesem haben, allmählig sich verjüngen, und an ihrem Ende nur wenige Linien stark und zur Aufnahme der Lappenschrauben cylindrisch durchbohrt sind, welche in die Muttergewinde der mit Messing ausgefütterten Schraubenlöcher der Tablette eingreifen. Die Arme sollen dem Meßtischblatte eine mehr sichere Lage geben, als durch die kleine an den Tablettenring angeschrobene Scheibe des Kopfes bewirkt werden kann;

b) aus einem Cylinder g h i k, der im Innern hohl und zwar zuerst bei g h etwa $\frac{1}{4}$'' weit sehr stark, dann bis i k weniger konisch, fast cylindrisch ausgeschliffen, deshalb auch oben bei g h, dann bei l m zur Aufnahme des Muttergewindes für die Klemm- oder Stellschraube n, durch einen Ring verstärkt, noch weiter unten zur Verbindung mit dem Stativ durch eine Scheibe o p umgeben ist, an welcher sich unten auf der einen Seite des Cylinders ein Stift q, auf der anderen ein Stiftloch r zu eben jenem Zweck befinden, und der endlich in einen konischen Zapfen q s i k ausläuft. Konisch ist der letztere, weil

ein solcher eine weit festere Verbindung mit dem Stativ bewirkt als ein cylindrischer, und in das Loch desselben gleichsam keilartig eindringt;

c) aus dem konischen Zapfen t z, welcher mit dem Boden des dosenförmigen Ringes a b c fest verbunden, oben von t bis u, unten von y bis z genau den innern Raum des Cylinders ausfüllt, zwischen u und v, wie zwischen w und x zu einem dünnen Zapfen und endlich von v bis w und von x bis y etwas weniger abgedreht ist, so daß der Zapfen von u bis y die Seitenwände des Hohlcylinders nicht berührt und mithin hier keine Reibung Statt finden kann. Damit aber auch die Klemmschraube n nicht unmittelbar gegen den konischen Zapfen wirken und Eindrücke in denselben machen kann, ist eine, einige Linien breite, wie der Zapfen gebogene Feder zwischen letzteren und den Hohlcylinder geschoben und an diesen durch die Schraube s befestigt, die, wenn sie auch durch die Feder durchgreift, nicht den Zapfen berührt, der gerade hier zwischen w x bedeutend abgedreht ist. Die Feder ist gerade so lang, wie die ganze Verjüngung des Zapfens von u bis y und dient zugleich zur Bewirkung einer festen Verbindung des Hohlcylinders g h i k mit dem Zapfen t z, indem sie dort, wo die Klemmschraube auf sie drückt, auf der dem Zapfen zugekehrten Seite in ihrer ganzen Breite so durch einen kleinen Stollen verstärkt ist, daß sie mit diesem den Einschnitt u v ganz ausfüllt. Erst wenn die Schraube s losgeschroben ist, kann der konische Zapfen t z nebst Feder aus dem Hohlcylinder herausgenommen werden.

Zur Verbindung mit dem Stativ wird der Kopf mit dem konischen Zapfen q s i k des Cylinders durch ein konisches Loch des ersteren so gesteckt, daß der Stift q in das für ihn gebohrte Loch trifft und das Stiftloch r durch einen dazu gehörigen Stift des Stativs ausgefüllt wird, sodann fest herunter gedrückt, und unten mit der Scheibe α β versehen, die, durch drei Schrauben mit dem Hohlcylinder verbunden, sich ganz eng an die untere Fläche des Stativs anschließt.

Beurtheilung des berliner Kopfes.

§. 167. Daß der berliner Kopf im höchsten Grade einfach und sehr dauerhaft ist, läßt sich nicht leugnen, ob aber seine Azimuthalbewegung, so sinnvoll auch allerdings die Reibung durch Abdrehung des konischen Zapfens t z in seiner Mitte vermindert wird, sanft genug ist, um eine auf der Tablette verzeichnete gerade Linie schnell und genau in eine gegebene Richtung zu bringen, muß ich dahin gestellt sein lassen, weil ich nie dauernd mit ihm gearbeitet habe und also auch nicht aus prakti-

ſcher Erfahrung, wie über die anderen Köpfe, urtheilen kann; allein ich möchte es bezweifeln. Ein Jeder, der große Strecken mit dem Meßtiſche aufgenommen hat, weiß zur Genüge, wie ſchwer es iſt, ohne, oder mit einer ſchlechten, Mikrometerſchraube fertig zu werden, namentlich wenn man an einem heißen Tage arbeitet, erhitzt iſt, und keine ruhige und ſichere Hand hat, und wie man ſelbſt mit Hilfe der Mikrometerſchraube oft kaum im Stande iſt, ſchnell jene Linie in die gegebene Richtung zu bringen. Freilich iſt die Reibung bei dieſem Kopfe ungleich geringer als bei jedem anderen, allein doch nie gänzlich aufgehoben. Auch wird ſie verſtärkt, wenn andere, namentlich ſchwere Inſtrumente auf der Tablette gebraucht werden, und den koniſchen Zapfen feſter in die Höhlung des Cylinders hineinpreſſen. Die Erfahrung muß alſo erſt über die allgemeine Anwendbarkeit deſſelben entſcheiden. —

### C. Das Fußgeſtell oder Stativ.

§. 168. Die Einrichtung des Fußgeſtelles iſt bei weitem einfacher als die des Kopfes, aber nicht minder weſentlich, und daher oft verbeſſert worden. Gegenwärtig ſieht man nur noch drei Formen: eine ältere, die ſächſiſche und die münchener. — Das ältere Fußgeſtell Fig. 89, beſteht entweder aus einem walzenförmigen oder cylindriſchen Rumpfe M N O P Fig. 83, aus Rüſtern-, Buchen- oder Ahornholz verfertigt, in deſſen Achſe ſich unten ein dreikantig prismatiſcher Zapfen Z befindet, oder aus einem knopfförmigen Rumpfe w Fig. 82, und Fig. 89 deſſelben Holzes, welcher oben mit einer Meſſingplatte l m und einem Vollcylinder i (auch Hohlcylinder) zur Befeſtigung des Kopfes, und unten gleichfalls mit einem dreikantig prismatiſchen Zapfen z verſehen iſt. — In dieſen Zapfen ſind drei Schrauben x, ſenkrecht auf die Achſe des Fußgeſtells mit ihrem vierſeitigen Kloben ſo eingelaſſen, daß ſie mit ihrem Gewinde aus dem Holze hervorragen. Sie dienen zur Befeſtigung der etwa 4′ langen hölzernen Beine, werden durch dieſe, durch ein in deren oberem Theile befindliches und mit Blech ausgelegtes Loch, geſteckt, und mittelſt meſſingener oder eiſerner Flügelmutterſchrauben u, unter welchen ſich Vorreiber y befinden, angezogen. Die Beine ſind oben, ſo weit der Zapfen z reicht, flach vierſeitig, ihre beiden oberen Kanten aber ſo kreisförmig geführt, daß das Schraubenloch im Mittelpunkt des Bogens liegt; weiter unten dreikantig, ſpitz zulaufend; ganz unten mit Meſſing beſchlagen

und mit einem eisernen Stachel α versehen oder mit einem metallenen Schuh umgeben, und endlich von oben bis unten auf ihrer äußern Seite so abgerundet, daß sie, zusammengelegt, einen langen Kegel bilden und beim Transport durch einen auf sie gesteckten Ring β β in dieser bequemen Lage erhalten werden können. — Sollte der Meßtisch aufgestellt werden, so streifte man den Ring ab, ließ die Flügelschrauben etwas nach, schob die Füße, welche sich nahe parallel mit der Achse des prismatischen Zapfens Z bewegen, seitwärts und so weit aus einander, daß der Tisch einen sichern Stand erhielt, und zog sodann die Flügelschrauben wieder fest an. — Da indessen so mangelhaft mit dem Rumpfe verbundene Beine dem Meßtische selten einen festen Stand gaben, vielmehr bei jedem mäßigen Drucke von oben eine kleine Achsendrehung desselben bewirkten, sehr leicht wackelten und ihrer geringen Stärke wegen, sobald man den Meßtisch nur berührte, eine zitternde (vibrirende) Bewegung annahmen, daher die richtige Aufstellung und Anwendung anderer Instrumente auf der Tablette sehr erschwerten, so wurde das alte Stativ, seiner großen Bequemlichkeit beim Transporte ungeachtet, durch das sächsische oder lehmannsche fast gänzlich verdrängt.

§. 169. Das sächsische oder Lehmannsche Stativ Fig. 90, besteht:

a) aus einem starken messingenen Hohlcylinder a, der in einem Stücke gegossen und zur Aufnahme des Vollcylinders (F Fig. 78 und 84, J Fig. 80, w Fig. 85) des Kopfes bestimmt ist. Bei gewöhnlichen Instrumenten wird der Kopf vermittelst Schrauben mit diesem Hohlcylinder fest verbunden, bei guten Lehmannschen behält er aber in letzterem eine freie Bewegung um seine Achse, die erforderlichenfalls durch eine Klemm- oder Stellschraube b gehemmt werden kann, welche durch eine verstärkte Seitenwand des Hohlcylinders a geht, und, damit sie, wenn sie angezogen wird, in den Vollcylinder keine Eindrücke machen kann, nicht unmittelbar gegen diesen, sondern gegen eine Feder wirkt. — An dem Hohlcylinder sind 3 Lappen, Backen oder Flügelscharniere c (in Fig. 84 sind sie in CC unbedeckt zu sehen), die unten mit einem bogenförmigen Schenkel v w und in ihrer Mitte mit einem Schraubenloche versehen sind, so angelöthet, daß ihre Ebenen, gehörig verlängert, in der Achse des Hohlcylinders unter Winkeln von 120° zusammentreffen würden. Sie dienen zur Befestigung der Beine, und ihr bogenförmiger Schenkel soll die letzteren noch mehr unterstützen.

b) aus drei vierkantigen Beinen d, welche gewöhnlich aus Eichen-, Buchen-, Rüstern- oder Ahornholz gearbeitet, oben scheibenartig, gegen unten verjüngt, mit einem Ansatze e und einem eisernen Schuh f versehen sind. Zuweilen sind der Ansatz und der Schuh, wie in g, aus Eisen in einem Stücke geschmiedet, und in die Achse des Beines, welches dann unten durch ein messingenes Band p umgeben wird, eingetrieben. Der Ansatz dient, um mit dem darauf gesetzten Fuß die Beine des Stativs in die Erde zu drücken, dem letzteren einen festen Stand, und der Tablette eine horizontale Lage zu geben. — Oben haben die Beine, in der Mitte zwischen und fast parallel mit ihren beiden kreisförmigen Scheibenflächen, einen eingesägten Einschnitt c i. — Die Lappen c, mit ihren bogenförmigen Schenkeln v w, greifen in diese Einschnitte der drei Beine, und werden mit letzteren durch drei Bolzenschrauben (Fußschrauben) k, welche durch die in den Beinen und Lappen befindlichen Löcher geschoben und darin durch Flügelmutterschrauben l befestigt sind, zu drei Gelenken oder Scharnieren verbunden, welche eine beliebige Bewegung der Beine, nach dem Cylinder zu und von demselben ab, in der Ebene seiner Achse, gestatten. Die Bewegung eines jeden dieser Gelenke kann durch Anziehen der Flügelmutterschrauben gehindert, und dadurch jeder Fuß in jeder beliebigen Neigung gegen den Boden befestigt und unverrückt erhalten werden. Sollte diese Hemmung der Bewegung nicht vollständig bewirkt werden können, so darf man nur die Einschnitte c i weiter aufsägen lassen, wodurch die Mutterschraube in den Stand gesetzt wird, die durch den Einschnitt getrennten Theile der Beine fester an die Flügelscharniere zu pressen. — Damit aber, wenn die Fußschrauben k stark angezogen werden, die Mutterschrauben l sich nicht an den Beinen reiben oder in diese Eindrücke machen, und die Bolzenschrauben k sich in ihren Löchern nicht um ihre Achse drehen, befinden sich zwischen den ersteren und den Beinen kleine messingene Vorreiber n, und an den flachen runden Köpfen m der letzteren ein Stift o, welcher in ein ihm zugehöriges Loch des Beines eingreift. — Was endlich die Dicke der Beine anbetrifft, so muß dieselbe so bedeutend sein, daß die letzteren keine vibrirende oder zitternde Bewegung annehmen, wenn man am Tische arbeitet, und gering genug, um das Instrument portativ zu erhalten.

Das münchener Stativ.

§. 170. Das münchener Stativ, Fig. 86, aus einer runden oder einer dreiseitigen Platte bestehend, deren Spitzen abgestumpft und deren Seiten einwärts gekrümmt sind, ist aus

drei über einander gelegten, wohl verleimten und durch Schrauben zusammengefügten eichenen Holztafeln g h, i l und n q verfertigt. Die Fasern der letzteren liegen über Kreuz, damit die Platten sich nicht werfen, oder jede der beiden oberen Tafeln besteht aus drei Theilen, deren Fasern von den abgestumpften Spitzen g i und h l nach der Mitte der Platte zu liegen. — An der letzteren bewegen sich drei gerade so geformte, mit einem Ansatze t und mit einem Schuh s s versehene Beine w, wie die des lehmannschen Stativs. Sie ruhen in Pfannen, welche in die untere und mittlere Holztafel eingeschnitten sind, und etwa einen horizontal liegenden halben Hohlcylinder darstellen, und werden in diesen Pfannen festgehalten durch messingene Scheiben u, die in die oberen Einschnitte der Beine geschoben, mit den letzteren durch konische Bolzen r verbunden werden, und in einer Bolzenschraube o o ausgehen, welche durch die Platte g n q h durch ein dazu gehöriges Loch gesteckt und durch eine Knebelmutterschraube f angezogen werden kann. Läßt man diese Knebelschraube los, so bewegt sich das Bein um die Bolzenschraube o o, in der etwas größeren Pfanne als sein Kopf erheischt, wirbelartig, und um den Bolzen r r an den Backen der Scheibe u wie um ein Scharnier; zieht man sie aber an, so kann das Bein in jeder beliebigen Neigung gegen den Boden unverrückt festgehalten werden. Zwischen der Schraubenmutter f und der Holztafel g h werden messingene Plättchen oder Vorreiber a gelegt, damit die erstere beim Anziehen sich nicht in die Oberfläche des Holzes drücken kann, wodurch nothwendig ihre Bewegung erschwert würde. — In der Mitte der Holzplatte g n q h befindet sich ein, in der Regel mit Messing ausgefüttertes, Loch, in welches der konische Zapfen des münchener oder berliner, oder der Vollcylinder eines jeden anderen Kopfes gesteckt, und vermittelst einer unten angebrachten Flügelmutterschraube oder einer beliebig anderen Schraubenvorrichtung befestigt werden kann. —

Von Vielen wird das münchener Fußgestell dem lehmannischen vorgezogen, allein ist das letztere gut gearbeitet, ist der obere Einschnitt der Füße und der bogenförmige Schenkel der Flügelscharniere nicht zu kurz und der Umfang der letzteren nicht zu gering, so steht es eben so fest als jenes und hat den Vorzug, daß es transportabler ist. Beim Transport werden die Beine beider Stative zusammengelegt, und unten über dem Ansatz durch einen Riemen mit Schnalle verbunden. Damit die Füße des lehmannschen Stativs sich unten berühren können,

sind sie an der dem Hohlcylinder zugekehrten Seite, so weit dieser reicht, concav ausgeschliffen.

Einrichtung des Meßtischblattes zum Verschieben.

§. 171. Blicken wir auf die beschriebenen Einrichtungen des Meßtischblattes zurück, so ergiebt sich, daß die Tablette sich entweder durch das Verschieben und Eindrücken der Stativbeine in den Boden oder durch Anziehen und Nachlassen der senkrechten oder horizontalen Stellschrauben horizontal stellen, in dieser Lage um eine durch ihre Mitte gedachte senkrechte Achse, bei den meisten sehr leise und fast unmerklich durch eine Mikrometerschraube oder andere Einrichtung, drehen läßt, und daß fast bei allen, bei dem berliner Kopf am meisten, das Bestreben vorwaltet, dem Instrumente einen festen und sichern Stand und möglichste Dauerhaftigkeit zu geben; nur keine Einrichtung lernten wir kennen, welche bezweckte, das Meßtischblatt auf dem auf- und festgestellten Stativ so zu bewegen, daß ein darauf verzeichneter Punkt genau über einen terrestrischen und eine Linie in ein gegebenes Alignement einzurichten ist. Eine solche Einrichtung, in Fig. 91 im Grundrisse, in Fig. 92 in einer Durchschnittsansicht angedeutet, kann indessen jedem der genannten Meßtische, mit alleiniger Ausnahme des in Fig. 82 dargestellten, gegeben werden, wenn man den Tablettenring ABC, Fig. 91, nicht an die Tablette, sondern an ein hölzernes Kreuz, a b c d, in dessen Mitte anschraubt, dieses mit dem Kopf verbindet, darauf das Meßtischblatt D E F G legt, und es mittelst zweier Klemmleisten g h und i k aus zähem Holze und durch 4 messingene Klemmschrauben m, welche in dazu gehörige Löcher der Tablette eingreifen, daran befestigt. Läßt man an jeder Klemmleiste eine Schraube nach, so kann die Tablette in horizontaler Lage auf dem Kreuze a b c d hin und her bewegt und ein auf ihr verzeichneter Punkt oder eine Linie in die verlangte Lage gebracht werden, ohne daß man das ganze Stativ verrücken dürfte; zieht man die Schraube dagegen an, so preßt sie das Kreuz zwischen Klemmleiste und Tischblatt, und giebt dadurch dem letzteren eine unverschiebbare Lage. Nach einer solchen Operation muß indessen jedesmal wieder die horizontale Lage der Tablette revidirt werden, denn sie geht verloren, wenn man die Schrauben nicht so scharf oder schärfer wie vorhin anzieht und wenn die obere Fläche des Kreuzes mit der unteren nicht genau parallel läuft. Aus denselben Gründen ist auch selten eine Azimuthalbewegung genau horizontal. Weil sich übrigens das Kreuz sehr leicht wirft, wenn es nicht

aus

aus zwei Holztafeln zusammengeleimt ist, deren Fasern sich kreuzen; weil das Meßtischblatt beim oft wiederholten Gebrauch jener Klemmschrauben und dem dadurch bewirkten Ausschleifen ihrer Gewinde und Muttern fast nie eine unverrückbare Lage erhält; weil man ferner selten in den Fall kommt, daß eine Abweichung jenes Punktes oder jener Linie von der richtigen Lage um eine Viertelmeßtischbreite einen wesentlichen Fehler verursacht und weil endlich das Instrument durch eine Einrichtung dieser Art nur noch complicirter und schwerer wird, so entbehrt man gern dieselbe und findet sie daher auch nur wenig praktisch angewendet.

### Prüfung und Conservation des Meßtisches.

Prüfung des Meßtisches.

§. 172. Bevor man irgend eine Vermessung beginnt, muß die Richtigkeit des Meßtisches, wie aller übrigen Instrumente, die man dazu anwenden will, genau geprüft werden, damit man sich auf seine Arbeit verlassen und nicht in die Gefahr kommen kann, durch schadhafte und unbrauchbare Instrumente am schnellen Fortgange der Vermessung verhindert zu werden. — Zur Prüfung stellt man den Meßtisch auf festem Boden, jedoch in keiner gedielten Stube, so auf, daß er einen möglichst sichern Stand und die Tablette eine horizontale Lage erhält. Dies bewirkt man, indem man alle 3 Schrauben, welche die Füße mit dem Stativ verbinden, öffnet, zwei Füße, etwa 2′ von einander entfernt, so tief in den Boden drückt, daß sie sicher stehen, den dritten Fuß aber nur leise auf den Boden stellt. Dann setzt man die dosenförmige Wasserwage auf die Mitte des Meßtischblattes, stellt sich auf der Seite des nicht eingedrückten Fußes vor den Meßtisch, nimmt den Fuß zwischen seine eignen Füße, hebt ihn ein wenig empor und giebt dadurch dem Meßtischblatte eine solche Neigung, daß die Luftblase der Libelle sich nach dem, dem Aufnehmer zugekehrten, Rand der Dose begiebt. Ist dies geschehen, so bringt man durch eine Seitenbewegung des Stativfußes die Luftblase mit dem Mittelpunkt des Libellenkreises und mit der eignen Brust in eine gerade Linie, setzt den Stativfuß leise auf den Boden, ohne dabei die Neigung der Tablette zu verändern, und drückt ihn nach und nach so tief ein, bis die Luftblase sich vom Rande der Dose ab-, und allmählig unter den Kreis zieht, zuletzt aber ihre Stellung unter dessen Mittelpunkt nimmt. Sollte sie durch einen zu heftigen Druck auf den Fuß über den Mittelpunkt hinaus gegangen sein, so drückt man den Fuß sanft in die Erde, dem sie am

nächſten ſteht, bis ſie endlich die richtige Stellung genau unter dem Mittelpunkt des Libellenkreiſes eingenommen hat. — Hat die Tablette eine genaue horizontale Lage erhalten, ſo zieht man die drei Fußſchrauben feſt an, und verzeichnet eine gerade Linie auf ihrer Oberfläche. Hierauf unterſucht man zunächſt, ob die Stativbeine feſtſtehen. Iſt das nicht der Fall, ein Fehler, der häufig vorkommt, ſo thun die Fußſchrauben und deren Muttern nicht ihre Pflicht, und müſſen vielleicht durch andere erſetzt oder mit neuen Gewinden verſehen werden. Beim Lehmannſchen Fußgeſtell iſt vielleicht durch Vergrößerung des Einſchnitts der Beine (§. 169. b) der Fehler ſofort wegzuſchaffen. — Sodann ermittelt man durch Verſtellung der Libelle, ob die Tablette vollkommen eben iſt (§. 154) und endlich ob der Kopf eine grobe und ſanfte horizontale Azimuthalbewegung zulaſſe. Kommt die Tablette bei der Bewegung aus ihrer horizontalen Lage, und ſpielt die Libelle nach derſelben nicht wieder richtig ein, ſo liegen die Achſen der verſchiedenen Cylinder und koniſchen Zapfen nicht in einer Vertikale oder die beiden Seiten der Tablette, des Tablettenringes oder der Cylinderſcheibe nicht mit einander parallel, ein Fehler, dem nur durch den Mechanikus abgeholfen werden kann. Geſchieht die Azimuthalbewegung nicht ſanft, etwa ruckweiſe, muß man bald mehr, bald weniger Kraft anwenden, um das Tiſchblatt um die Achſe des Inſtrumentes zu bewegen, ſo greifen die Schraubengewinde der Mikrometerſchraube nicht richtig in die gezahnte Scheibe ein; oder das Zirkelwachs, mit dem die Cylinder und Zapfen eingeſchmiert ſind, iſt zum Theil vertrocknet, oder die letzteren haben ſich ungleichmäßig ab- oder ausgeſchliffen. — Zur Prüfung, ob der Tiſch bei der Arbeit unverrückt ſeine Stellung behält, richtet man die auf die Tablette verzeichnete gerade Linie in irgend ein Alignement ein, zeichnet irgend etwas auf der Tablette oder bewegt Inſtrumente darauf, und ſieht dann nach, ob jene Linie im Alignement geblieben iſt. Iſt dies nicht der Fall, bewegte ſich die Tablette um die Achſe des Inſtrumentes, obwohl alle Schrauben vorſchriftsmäßig angezogen ſind, ſo hat entweder die Mikrometerſchraube, die gezahnte Scheibe oder die Mutter, in welche erſtere, z. B. beim münchener Kopf, eingreift, todte Gänge, d. h. die Gewinde der Schraube oder die Zähne des Kammrads, ſind durch den in den Vertiefungen ſich ſammelnden Staub abgeſchliffen oder durch hineingefallene Sandkörner bei der Bewegung ganz weggeſprengt. Ob todte Gänge vorhanden ſind, entdeckt man

am schnellsten, wenn man wieder jene Linie auf irgend ein Object richtet, dann an der Schraube ohne Ende dreht und genau Acht giebt, ob mit dem Anfang der Drehung, auch der Anfang der Bewegung der Tablette, und diese so gleichmäßig wie die Drehung erfolgt. Ist dies nicht der Fall, so sind in der Regel todte Gänge vorhanden. Ergiebt sich bei genauer Untersuchung, daß die Gewinde nicht ausgedreht und die Zähne des Kammrads nicht abgeschliffen oder abgebrochen sind, so greift die Mikrometerschraube vielleicht nicht genug in die gezahnte Scheibe ein und muß derselben durch Anziehen der Gegenschraube oder durch Verlängerung dieser näher gebracht werden; oder die Mikrometerschraube ist nicht fest in ihre Kloben eingelassen oder in diesen vielleicht so abgeschliffen, was häufig vorkommt, daß sie sich hin- und herschieben läßt, oder die Kugel mit dem Muttergewinde beim münchener Kopf hat zu viel Spielraum in ihren Pfannen, oder endlich können auch die länglichen Löcher in dem Plättchen, auf dem die Mikrometerschraube ruht, für die Klobenschräubchen zu breit, oder die letzteren abgeschliffen oder zu lang sein und dadurch der Mikrometerschraube eine Seitenbewegung gestatten. Alle diese zuletzt genannten Fehler, welche nur allein von einem Mechanikus zu beseitigen sind, können am berliner Kopfe nicht vorkommen, weshalb er viel dauerhafter als die übrigen und besonders für den Gebrauch in Gegenden, wo man keinen Mechanikus in der Nähe hat, von großem Werth ist. — Läßt sich dagegen das Meßtischblatt nur durch große, aber gleichmäßige Anstrengung um die Achse des Instrumentes herum drehen, und jede Schraube sehr schwer bewegen, so ist das Zirkelwachs, mit welchem die beweglichen Theile eingeschmiert sind, vertrocknet. Man muß deshalb die Cylinder und Zapfen aus einander, die Schrauben herausnehmen und sämmtliche Theile mit Zirkelwachs, in Ermangelung desselben mit Hirschtalg oder Klauenfett, niemals aber mit Oel, einschmieren, weil dies schnell vertrocknet, entweder dick oder zähe wird, zumal wenn man in der heißen Jahreszeit mit dem Meßtische arbeitet, und später die Bewegung mehr hemmt, als erleichtert.

Conservation d. Meßtisches.

§. 173. Will man den Meßtisch gegen jeden Schaden möglichst sicher stellen, so muß er nach Beendigung jeder Tagesarbeit vom Staube sorgsam gereinigt, jedes sichtbare Schraubengewinde, namentlich in sandigen Gegenden oder an Tagen, an welchen es sehr staubte oder der Wind Flugsand mit sich fortführte, mit einem feinen leinenen Läppchen ausgewischt und der Kopf entweder mit einem ledernen Häubchen, das unten fest zusam-

men geschnürt werden kann, überzogen, oder vom Fußgestell getrennt und in einem besonders dazu angefertigten Futteral verwahrt werden. Die Stativbeine werden durch einen Ring oder einen Schnallriemen unten zusammengezogen, und über das Meßtischblatt wird eine mit feiner Leinwand gefütterte Decke von Wachstaffet gezogen, die mittelst 8 Bänder unter den 4 Ecken zusammengebunden werden kann, und sodann die Tablette in eine Tasche von starkem Leder, die mit Leinwand ausgefüttert und mit einem Tragriemen versehen ist, so gesteckt, daß der Tablettenring an der Seite liegt, welche dem Leibe des Trägers zugekehrt ist; sonst leidet das auf die Tablette gespannte Papier und die Zeichnung. An der Tasche befinden sich zugleich noch mehrere kleine Täschchen zur Aufnahme der Futterale für den Kopf, die Libelle, die Orientir-Bousole und das Diopterlineal.

Benennung der zu einem vollständigen Meßtischapparate gehörigen Instrumente.

§. 174. Da der Meßtisch, wie wir gesehen haben, nur ein bequem eingerichteter Zeichnentisch ist, auf den noch andere Instrumente gestellt werden können, so würde man mit ihm allein auch nichts aufzunehmen im Stande sein. Seine Anwendung setzt daher noch andere Instrumente voraus. Diese sind bei einem vollständigen Meßtischapparate:

1) die Wasserwage, welche wir bereits kennen gelernt haben;
2) das Diopterlineal oder Diopterfernrohr;
3) die Orientir-Bousole und
4) die Einlothzange.

Die Orientir-Bousole kann man in vielen Fällen, die Einlothzange fast gänzlich, die Wasserwage und das Diopterlineal oder Diopter-Fernrohr niemals entbehren, wie wir später sehen werden.

## 3. Das Diopterlineal, Visirlineal oder die Alhidade.

Beschreibung desselben.

§. 175. Das Diopterlineal, Fig. 93 und 94, besteht aus einem messingenen Lineal a b, an dessen beiden Enden die Absehen oder Diopter a c und b d durch Charniere so angebracht sind, daß sie sich gegen die Fläche des Lineals senkrecht aufstellen und beim Nichtgebrauch flach auf das letztere legen lassen.

a) Das genau gearbeitete Lineal ist gewöhnlich 10 bis 15″ lang, $1\frac{1}{2}$″ breit und $1\frac{1}{2}$ bis 2‴ dick. Die eine Kante desselben, Alhidadenkante genannt, ist scharf abgeschliffen, die andere nicht.

b) Das Ocular-Diopter b d, Fig. 94, an welches das Auge gelegt wird, wenn man nach irgend einem Gegenstand sehen oder visiren will, ist eine etwa 4″ lange und 1″ breite Messingplatte, und hat in seiner Mitte, parallel mit seinen langen Seiten, eine Reihe feiner Löcher oder eine feine Spalte (Schlitze) e f, Fig. 93. Im ersteren Fall wird es ein Lochdiopter, im letzteren ein Spalt- oder Schlitzdiopter genannt. Das erstere hat vor dem letzteren den Vorzug, daß man durch dasselbe die Gegenstände viel deutlicher sieht, daß es ein nicht so scharfes Auge, wie das Spaltdiopter, erfordert, und auch das Auge weniger angreift. Löcher und Einschnitt müssen weder zu fein, noch zu groß, geöffnet sein, damit eines Theils der Gegenstand deutlich durch sie gesehen werden, andern Theils, bei geringer Bewegung des Auges nach der Seite, keine falschen Visirlinien oder eine Parallaxe entstehen kann. Um das Gesichtsfeld beider zu vergrößern, eine Parallaxe aber zu vermeiden, sind sie auf der dem Auge abgewandten Seite erweitert, die Visirlöcher also trichterförmig, und damit die auf die schiefen Flächen derselben fallenden Sonnenstrahlen nicht blenden, in ihren Erweiterungen schwarz lackirt.

c) Das Objectiv-Diopter, dem Objecte, nach dem man visirt, zugekehrt, ac, Fig. 94, besteht aus einem messingenen Rahmen von gleicher Größe mit dem Ocular-Diopter, in dessen Mitte, parallel mit seinen langen Seiten, ein straff angespanntes Pferdehaar oder ein feiner Silberdraht angebracht ist. Das Haar wird am obern Theile des Rahmen durch ein feines Löchelchen gesteckt und darin durch einen Knoten festgehalten; im untern Theile des Rahmen gleichfalls durch ein Löchelchen gezogen und um ein Schräubchen gewickelt, vermittelst dessen es bei trocknem Wetter fester angespannt, bei feuchtem aber nachgelassen werden kann, damit es stets straff ist, jedoch niemals zerreißt.

Die Ebene, eghf Fig. 94, welche man sich durch die Spalte oder durch die Mittellinie der Visirlöcher des Ocular-Diopters und durch das Haar des Objectiv-Diopters gelegt denkt und welche Dioptere bene genannt wird, muß senkrecht auf der Fläche des Lineals stehen und genau die Schärfe der Alhidadenkante treffen, weil im entgegengesetzten Falle keine richtige Horizontalprojection der Sehe- oder Visirlinie durch die längs des Lineals gezogene Linie entstehen würde. — Ist jedes Diopter zugleich Ocular- und Objectiv-Diopter, wie in Fig. 93, d. h. an einem Ende oben Ocular- und unten Objectiv-Diopter,

am andern oben Objectiv- und unten Ocular-Diopter, so wird es ein doppelt durchbrochenes Diopter genannt und gewährt den Vortheil, daß man, ohne die Lage des Lineals zu verändern, vor- und rückwärts visiren, und folglich die an ihm gezogene Linie genauer zwischen zwei Punkten auf dem Felde einrichten kann, als mit dem einfach durchbrochenen Diopter der gewöhnlichen Alhidade.

Prüfung der Richtigkeit d. Diopterlineals.

§. 176. Am Diopterlineal können folgende Fehler vorkommen:

1) die Visirlöcher oder der Visirspalt zu eng oder zu weit sein. Sind sie zu eng, so erscheint das Object, nach dem man visirt, entweder undeutlich oder es entschwindet dem Auge gänzlich, wenn es nur ein wenig entfernt oder von geringem Umfange ist. Vor den Visirlöchern bilden sich nächstdem noch scheinbar kleine Nebelflecke. — Sind sie hingegen zu groß, so durchschneidet das Haar im Objectivdiopter, wenn man das Auge nur ein wenig seitwärts bewegt, nicht mehr genau die Mitte des Objects, auf welche es gerichtet ist;

2) die Diopter nicht senkrecht auf der Fläche des Lineals stehen. Diesen Fehler entdeckt man, wenn man das Diopterlineal auf eine horizontale Ebene, z. B. auf den horizontal gerichteten Meßtisch, stellt, es nach einer vollkommen senkrechten hohen Hausecke, oder nach einem, an einem vor dem Luftzuge gesicherten Orte frei aufgehängten, mit einem Gewichte versehenen Faden oder Bleilothe richtet, und nachsieht, ob das Pferdehaar des Objectivdiopters in seiner ganzen Länge die Hausecke oder das Bleiloth beim Visiren sowohl durch den oberen als den unteren Theil des Oculardiopters, scharf abschneidet. Berührt das Pferdehaar die lothrechte Linie nur in einem Punkte und weicht unten oder oben von derselben ab, so steht das Objectivdiopter nicht senkrecht gegen die Fläche des Lineals. Wenn dagegen beim Visiren durch den oberen Theil des Oculardiopters das Pferdehaar genau mit der lothrechten Linie zusammenfällt, aber von dieser abweicht, sobald man durch den unteren Theil des Oculardiopters sieht, so steht dieses nicht senkrecht gegen die Linealfläche. Diesen Fehler kann man sehr häufig selbst beseitigen, wenn man die Schrauben nachläßt, durch welche die Diopter mit dem Lineal verbunden sind, und auf der Seite, nach welcher sie sich neigen, zwischen ihren Fuß und das Lineal ein oder mehrere Blättchen von Kartenpapier schiebt, und sodann die Schrauben wieder fest anzieht.

3) die Schärfe des Lineals nicht genau in die Diopterebene fallen. Zur Ermittelung dieses Fehlers stellt man den Meßtisch genau horizontal, legt das Diopterlineal umgekehrt über eine Ecke der Tablette, so daß seine Oberfläche die letztere berührt und seine Diopter herunterhängen. Dann richtet man dasselbe auf einen Gegenstand, welcher hell erleuchtet ist, scharf ein, zieht hart an der Schärfe des Lineals eine feine Linie und steckt eine Stationsnadel (§. 184) so hinein, daß sie das Lineal genau berührt; hierauf stellt man das Diopterlineal wie gewöhnlich auf, mit seiner Schärfe an die Nadel, visirt abermals nach jenem Gegenstand, und zieht wieder an der Schärfe des Lineals eine zarte Linie. Fallen beide Linien in eine zusammen, so ist das Instrument richtig. Oder man läßt in einiger Entfernung von dem horizontal aufgestellten Meßtische zwei Bleilothe so aufhängen, daß sie, wenn man nach dem ersteren visirt, sich gegenseitig decken, oder, vom Faden des Objectivdiopters gedeckt, dem Auge entschwinden, und also in der Diopterebene sich befinden. Hierauf zieht man längs der Schärfe des Lineals eine feine Bleistiftslinie, läßt den Tisch unverrückt stehen, legt das Lineal in entgegengesetzter Richtung an jene Linie und läßt in der Diopterebene auf der anderen Seite des Meßtisches ein drittes Bleiloth so aufhängen, daß der Tisch zwischen diesen und den beiden anderen steht. Nimmt man hierauf den Meßtisch fort und geht zum dritten Bleiloth, so muß dasselbe mit den beiden anderen genau in eine Vertikalebene fallen, oder die drei Bleilothe*) müssen sich decken, wenn das Instrument richtig ist. Ist dies nicht der Fall, so ist eine Correction des Diopterlineals nöthig, wenn man eine richtige Horizontalprojection der Visirlinie erhalten will. — Bei der Construction der beschriebenen Diopterlineale ist eine solche Correction nur durch den Mechanikus möglich, es giebt aber Lineale, welche Ocular-diopter mit verschiebbaren Spalten oder Visirlöchern besitzen, und den großen Vorzug haben, daß ein Fehler dieser Art sofort, ohne Aufenthalt in der Arbeit, von jedem Aufnehmer selbst corrigirt werden kann. Ihr Ocular-diopter besteht nämlich aus einem messingenen Rahmen, wie das Objectivdiopter, dessen lange Seitenstücke nur breiter wie bei jenem sind. Auf jedem der letzteren befinden sich bei a und b, Fig. 95, zwei kleine Kloben,

*) Statt der Bleilothe kann man sich auch gleich starker, gerader und senkrecht in die Erde gesteckter Stangen bedienen.

in welche Schräubchen, mit Zapfen oder Gevierten für Schraubenschlüssel, so eingelassen sind, daß sie sich zwar um ihre Achse bewegen, aber ihre Stelle nicht verlassen können. — Auf den Rahmen werden zwei dünne messingene Plättchen, c d f e, gelegt, welche etwa von der Hälfte der Seitenstäbchen bis in die Mitte des Rahmen reichen, hier jedoch eine kleine Fuge, d f, zwischen sich lassen. Die letztere stellt die Visirspalte dar. Damit man besser durch sie sehen könne, sind die Plättchen hier entweder auf die Weise, wie die Schärfe des Lineals, abgeschliffen, oder es befindet sich in jedem derselben die Hälfte der Ocularlöcher, welche genau mit einander correspondiren. — Zur Verbindung dieser Plättchen mit dem Rahmen sind an jedem oben und unten zwei längliche Löcher, g, durch welche Schräubchen gehen und in das obere und untere Rahmenstäbchen eingreifen, und an der den Ocularlöchern entgegengesetzten Seite zwei kleine Kloben, h k, in einer mit den Kloben auf dem Rahmen correspondirenden Stellung angebracht. In letztere werden die oben erwähnten Klobenschräubchen, vermittelst eines Schraubenschlüssels, eingeschroben und, je nachdem dieselben auf der einen Seite des Rahmen, oben oder unten, fester angezogen, auf der entgegengesetzten aber mehr nachgelassen werden, ist sowohl die Spalte, oder die gerade Linie, welche man sich durch die Mitte sämmtlicher Ocularlöcher gezogen denkt, zu verschieben und in eine vertikale Stellung zur Fläche des Lineals zu bringen, als auch die Lage der Diopterebene zu corrigiren.

Einrichtung des Diopterlineals zur Messung von Vertikalwinkeln und zur Berechnung von Höhen u. Tiefen.

§. 177. Lehmann hat an dem Objectivdiopter seiner Alhidade mit Visirlöchern einen Schieber, l k, Fig. 94, mit einem horizontalen Faden, der mit dem senkrechten Haar des Objectivdiopters das sogenannte Fadenkreuz bildet, angebracht. Dieser Schieber kann am Diopter hinauf und herunter geschoben und in jeder beliebigen Höhe desselben erhalten werden, und dient zur Messung von Vertikalwinkeln und von Höhen über oder Tiefen unter einem gewissen Standpunkt. Der Schieber besteht aus einem kleinen messingenen Rahmen, l k, von einigen Linien Breite und einer etwas größeren Länge als die Diopterbreite. An jeder seiner schmalen Seiten befindet sich ein Ansatz mit einem Plattstäbchen. Beide Ansätze haben genau die Entfernung der Diopterbreite von einander und sind so hoch, wie der Rahmen des Objectivdiopters stark ist. Die beiden an dem Schieber mit Schräubchen befestigten Plattstäbchen greifen, wenn man den kleinen Rahmen auf das Objectivdiop-

ter ſchiebt, halb über die meſſingenen Seitenſtäbe deſſelben und halten den kleinen Rahmen in jeder beliebigen Höhe des Objectivdiopters feſt. Parallel mit den längeren Seiten des Schiebers, und gleich weit von ihnen entfernt, iſt ein Pferdehaar von einer kürzeren Seite zur anderen geſpannt, und an der letzteren eben ſo befeſtigt, wie das ſenkrechte Haar am Objectivdiopter, mit dem es ein rechtwinkliges Kreuz bildet. — Das auf dieſe Weiſe eingerichtete Diopter kann entweder, wie gewöhnlich, am Ende des Lineals in a ſtehen, oder, wenn man Höhen, Tiefen und Vertikalwinkel meſſen will, ſo nahe an das Ocular diopter herangerückt und durch die Schraube i befeſtigt werden, daß der Abſtand der äußeren Fläche des einen von der inneren des anderen Diopters der Entfernung des unterſten von dem oberſten Viſirloche des Ocular diopters gleich iſt. Zu dieſem Behufe befindet ſich in der angegebenen Nähe vom Ocular diopter im Lineal ein Schraubenloch mit Muttergewinde und ein Stiftloch. — Denkt man ſich durch die bezeichneten Viſirlöcher Parallelen, ef und gh, mit der Oberfläche des Lineals gelegt, ſo werden dieſe, gehörig verlängert, am Objectivdiopter Punkte bezeichnen, die eben ſo entfernt von einander ſind, wie jene beiden Viſirlöcher, und mit dieſen in gleichen Horizontalen liegen, wenn das Lineal auf einer horizontalen Ebene ſteht. Auf der inneren Fläche des Objectivdiopters legt man durch beide Punkte, auf der äußeren Fläche nur durch den unterſten, horizontale Theilſtriche, bezeichnet den einen der erſteren auf der linken, den anderen auf der rechten Seite des Rahmen, ſo wie den auf der äußeren Fläche des Diopters mit 0, zerlegt die Entfernung der beiden Theilſtriche auf der inneren Fläche durch feine, gleichfalls horizontale, Theilſtriche in 100 gleiche Theile, und bezeichnet immer den zehnten mit den laufenden Zahlen, 10, 20 ꝛc. bis 100, ſo daß man dieſe Zahlen auf der einen Seite der inneren Diopterfläche von unten nach oben, auf der anderen von oben nach unten ableſen kann. — Auf der äußeren Fläche des Objectivdiopters werden dagegen von jenem mit 0 bezeichneten Theilſtriche auf der einen Seite des Rahmen, z. B. der rechten, die Tangenten der Winkel von Grad zu Grad, bis zur Tangente von 45°, für einen Halbmeſſer aufgetragen, der gleich iſt dem Abſtande der äußeren Fläche des einen Diopters von der des anderen, und auf der anderen Seite des Rahmen, z. B. der linken, von dem Theilſtriche für Tangente 45° abwärts, auf gleiche Weiſe die Tangenten von Grad zu Grad, bis endlich der Theilſtrich für Tan-

gente 45° mit dem für 0° auf der anderen Seite in einer Richtung liegt. Man erhält also auf dieser, der äußeren Fläche des Objectivdiopters, wie auf der anderen, der inneren, eine entgegengesetzte oder doppelte Ablesung. — Bewegt man den Schieber an dem Diopter auf und nieder, so wird sein horizontales Haar auf der inneren Fläche Hunderttheile vom Abstande beider Diopter, auf der äußeren die Tangenten irgend eines Höhen- (Elevations-) oder Tiefen- (Depressions-) Winkels abschneiden. *)

Messung von Höhen u. Tiefen und von Vertikalwinkeln mit dem Lehmann'schen Diopterlineal.

§. 178. Soll mit dem Lehmannschen Diopterlineal mit Fadenkreuz irgend eine Höhenmessung, z. B. die eines Hügels über einem gegebenen Standpunkt, unternommen werden, so schraubt man das Objectivdiopter von seiner gewöhnlichen Stelle los und in der Nähe des Ocular-diopters fest, stellt das Lineal entweder auf den horizontal gestellten Meßtisch a b, Fig. 96, oder auf eine andere horizontale Ebene, bringt das Auge an das unterste Visirloch d, welches zu dem Ende in der dem Auge abgewandten innern Fläche nach oben mehr ausgeschliffen ist, visirt durch den Rahmen des Objectivdiopters hindurch nach der Kuppe f des Hügels, und verrückt den Schieber so lange, bis sein horizontales Haar e scheinbar auf der Höhe ruht, dann wird das Haar am hunderttheiligen Maße eine Zahl abschneiden, welche angiebt, wie sich die zu suchende Höhe zur Horizontalentfernung der Kuppe des Hügels vom Stationsorte verhält; denn da $ce \parallel gf$, weil beide senkrecht, so muß auch $dc : ce = dg : gf$ sein. Z. B.: Wäre die Horizontalentfernung des Punktes f von $d = dg = 625'$, und schnitte das Haar vom hunderttheiligen Maße des Diopters 25 Theile, d. h. $\frac{25}{100} = 0{,}25$ von der Entfernung der beiden Diopter ab, so würde für die Höhe von f über d folgende Proportion anzusetzen sein:

$$1 \text{ (d. h. } dc) : 0{,}25 \text{ (d. h. } ce) = 625' \text{ (d. h. } dg) : x \text{ (d. h. } gf)$$
$$x = 0{,}25 \,.\, 625'$$
$$x = 156{,}25' = 156'\ 2''\ 5'''$$

Hätte das Haar des Schiebers vorher nicht auf dem 25sten Theilstriche, sondern in der Mitte zwischen ihm und dem 26sten

*) Wird das Haar des Schiebers auf den Theilstrich von 0, 50 oder 100 gerichtet, oder mit demselben zur Deckung gebracht und durch die correspondirenden Löcher des Objectivdiopters visirt, so kann man, vorausgesetzt, daß der Meßtisch genau horizontal steht, das Lehmannsche Diopterlineal auch zum Nivelliren (§. 242) gebrauchen.

gelegen, so würde es auch $25\frac{1}{2}$ Hunderttheile = 0,255 vom Abstande beider Diopter abgeschnitten haben, und wir hätten also ansetzen müssen:

$$1 : 0{,}255 = 625' : x.$$
$$x = 0{,}255 \,.\, 625'$$
$$x = 159{,}375' = 159' \; 3'' \; 7{,}5'''$$

Man sieht hieraus, daß das Lehmannsche Diopterlineal in Bestimmung der Höhen eine größere Genauigkeit gewährt, als man beim ersten Blick erwarten sollte, vorausgesetzt, daß die Fläche, auf der es steht, vollkommen horizontal ist. Wie eine relative Höhe, so lassen sich auf diese Weise sämmtliche um den Standort herumliegende Höhen bestimmen, wenn nur die Horizontalentfernungen derselben vom Standorte bekannt sind, oder sich von der Aufnahme abnehmen oder durch irgend eine andere Distanzenmessung ermitteln lassen.*) —

Zur Bestimmung der Tiefen, in welcher irgend ein Punkt unter dem Stationsorte liegt, sieht man durch das oberste Visirloch des Ocular-diopters, welches zu diesem Ende in der dem Auge abgewandten Fläche nach unten ausgeschliffen ist, und lies't dann am Theilstriche, auf dem das Haar des Schiebers ruht, die Zahl der Hunderttheile, in der von oben nach unten laufenden Zahlenreihe ab. Der Ansatz der Gleichung ist ganz wie vorhin. Z. B.: Das Haar schneide 0,36 ab, die horizontale Entfernung des Stationsortes von dem Tiefenpunkte betrage 834', so ist:

$$1 : 0{,}36 = 834' : x.$$
$$x = 0{,}36 \,.\, 834'$$
$$x = 300{,}24' = 300' \; 2'' \; 4'''$$

Bei beiden Berechnungen muß, wenn man nämlich nicht die Höhe oder Tiefe eines Punktes über oder unter der Tablette, sondern über oder unter dem Stationsorte finden will, die Höhe $dh = gk$ des Visirloches, durch welches man sieht, über den Boden mit in Anschlag gebracht, und daher im er-

*) Nach Anleitung des so eben beschriebenen Verfahrens läßt sich auch die Höhe irgend eines Punktes mit einem bloßen Längenmaße bestimmen. Man legt sich nämlich auf den horizontalen Boden ausgestreckt auf den Rücken, läßt einen Stab in einiger Entfernung senkrecht in die Erde stecken, und so tief, daß das obere Ende desselben mit dem Auge und der Höhe in einer geraden Linie liegt, so verhält sich die Entfernung vom Auge bis zum Stabe zur Entfernung vom Auge bis zur Höhe, wie die Länge des Stabes zur gesuchten Höhe.

steren Falle zur gefundenen Höhe hinzu, im letzteren von der gefundenen Tiefe abgerechnet werden.

Bei der Messung eines Höhen- oder Tiefenwinkels visirt man ganz so, wie es oben angegeben ist, doch stellt man auf der Höhe oder in der Tiefe einen Stab, fi, Fig. 96, auf, der aus dem Boden so weit hervorstehen muß, wie im ersteren Falle das untere, im letzteren das obere Vistrloch des Oculardiopters über dem Boden erhaben ist, weil man sonst nicht den gesuchten Winkel idg = fhk, sondern einen kleineren, fdg, erhalten würde. Die Größe des Winkels lies't man vom Tangentenmaße an der äußeren Fläche des Objectivdiopters ab.

## 4. Das Diopterfernrohr oder die Kippregel.

Beschreibung desselben.

§. 179. Das Diopterfernrohr, Fig. 97, bestimmt, dort gebraucht zu werden, wo nach bedeutend hohen oder niedrigen Gegenständen visirt werden soll, und wo die Richtobjecte zu entfernt liegen, um mit bloßem Auge durch die Spalte oder die Vistrlöcher des Oculardiopters scharf gesehen werden zu können, wird Kippregel, Fig. 98, genannt, wenn es mit einem Gradbogen, fg, verbunden, und zur Messung von Vertikalwinkeln eingerichtet ist. Es besteht aus einem Lineal, ab, in dessen Mitte sich eine Säule, c, erhebt, an der ein Fernrohr, de, mit Fadenkreuz und häufig mit kleinen Dioptern oder Suchern, oo, versehen, so befestigt ist, daß es sich beliebig senken oder erhöhen und seine Achse durch Stellschrauben in die Vertikalebene der Schärfe des Lineals bringen läßt.

a. Das Lineal, ab, 10 bis 15″ lang, $1\frac{1}{2}$″ breit und 2‴ stark, ist entweder ein aus Messing genau gearbeitetes gemeines, oder ein Diopter-Lineal.

b. Die Säule oder der Ständer, c, steht auf einer breiten viereckigen Fußplatte, pq, und trägt oben einen kurzen horizontalliegenden Cylinder, dessen Endflächen, nn, senkrecht zur Fläche und parallel mit der Schärfe des Lineals abgedreht sind. An die der letzteren zugekehrten Endfläche des Cylinders schließt sich eine vierseitig prismatische messingene Stange, hk, deren Enden sich um einen durch ihre Mitte gehenden Bolzen, einer Schraube mit scheibenförmigem Kopf, i, die durch die Achse des Cylinders gesteckt und an der anderen Endfläche desselben durch eine scheibenförmige Mutterschraube festgehalten wird, in einer vertikalen Ebene auf- und niederbewegen lassen. Diese prismatische Stange dient

c. einem achromatiſchen*) Fernrohre, welches mit ihr durch kleine Schrauben verbunden iſt, zum Träger. Die Achſe des Fernrohrs, das, wie jene Stange, vorn geneigt, damit man nach tiefer liegenden Gegenſtänden hinab, und erhöht werden, damit man nach höher gelegenen Gegenſtänden hinauf ſehen kann, muß mit der Schärfe des Lineals in einer vertikalen oder in der Diopter-Ebene liegen, und auch bei der Bewegung, um die Achſe der Bolzenſchraube, dieſe Ebene nie verlaſſen. Das Fernrohr muß wo möglich 8, 10 bis 15″ lang und ein aſtronomiſches, d. h. ein ſolches ſein, welches nur 2 convexe Gläſer hat, weil Fernröhre dieſer Art die Gegenſtände viel heller und daher deutlicher und ſchärfer zeigen, als terreſtriſche, die in der Regel aus vier convexen Glaslinſen zuſammengeſetzt ſind und weniger Licht in das Auge fallen laſſen, indem jede Glaslinſe eine gewiſſe Anzahl Lichtſtrahlen wieder zurückwirft. Wenn auch ein aſtronomiſches Fernrohr die Unbequemlichkeit hat, daß es alle Gegenſtände verkehrt, wie auf dem Kopfe ſtehend, zeigt, ſo gewöhnt ſich doch das Auge ſehr leicht daran; ja nach wenigen Arbeitsſtunden empfindet man dieſe Unbequemlichkeit kaum mehr. Je kleiner die Brennweite der Ocularlinſe und je größer die der Objectivlinſe iſt, deſto mehr vergrößert es die Gegenſtände. Wegen der Verſchiedenheit des Geſichts muß das Fernrohr nach dem Auge zu ſtellen, und zu dieſem Ende das Ocularglas, d, mehr heraus oder in das Rohr hinein zu ſchieben ſein. Bei guten Inſtrumenten bedient man ſich dazu eines kleinen Trieb- oder Kammrades, das in eine, an der Röhre des Ocularglaſes befeſtigte, gezahnte Stange eingreift und durch den geränderten Knopf r bewegt wird. Zwiſchen dem kleinen Objectiv- und dem größeren Ocularglaſe, doch näher dem letzteren, befindet ſich im Brennpunkte oder Focus des erſteren ein zartes rechtwinkliges Fadenkreuz,

*) Achromatiſche oder farbloſe Fernröhre zeigen die Gegenſtände, welche durch ſie betrachtet werden, ohne farbige Ränder und mithin deren Umriſſe ſchärfer. Dies wird durch das Objectivglas bewirkt, welches aus drei genau zuſammengefügten Theilen, die aus Crown- oder Kronglas (reinem grünlichen Fenſterglaſe) und Flintglas (engliſchem Kryſtallglaſe) geſchliffen ſind, beſteht. Der mittlere Theil β, iſt auf beiden Seiten concav geſchliffen, die beiden äußeren Theile, α, bilden convexe Glaslinſen. — Auch kann das Objectivglas aus 2 Theilen, von denen der eine, γ, eine Linſe aus Crownglas, der andere, μ, eine ſogenannte Muſchel aus Flintglas bildet, deren eine Seite concav, die andere convex iſt, zuſammengeſetzt ſein.

$\alpha\beta\gamma\delta$, Fig. 97, von Spinngewebe oder dem feinen Haar eines Seidenhasen, welches über einen Ring, $\alpha\delta\beta\gamma$, gespannt ist, und eine solche Lage erhält, daß der Kreuzungspunkt beider Fäden in der Achse des Rohrs liegt. Es vertritt die Stelle des straffen Haars im gemeinen Diopterlineal. Damit das Fadenkreuz, falls es aus der Achse des Fernrohrs kommen sollte, wieder eingerichtet werden kann, geht durch eine verstärkte Seitenwand, $\alpha\gamma$, des Fernrohrs eine kleine Schraube, s. Sie wird durch einen Ueberwurf festgehalten, greift in eine Schraubenmutter des Fadenkreuzringes und kann diesen, je nachdem sie angezogen oder nachgelassen wird, mehr an diese Seitenwand des Rohrs heranbewegen oder von derselben entfernen. Um die Achse des Fernrohrs scharf auf einen Gegenstand einrichten zu können, erhält das Fadenkreuz eine liegende Lage, d. h. die des Multiplicationszeichens, denn ein senkrechter Faden würde auf dem Grunde eines dunklen Gegenstandes, z. B. eines fernliegenden stumpfen Kirchthurms, $ss$, nach dem man visirt, nicht bemerkt werden können, während an einem liegenden Kreuze stets zu erkennen ist, ob dessen Kreuzungspunkt die Achse jenes Gegenstandes, $ss$, trifft.

d. Die Sucher, oo, sind kleine Diopter, welche auf der höchsten Linie und in der Nähe der Enden des Fernrohrs aufgeschraubt sind. Ihre Diopterebene muß in die Achse des Fernrohrs fallen. Sie kommen indessen nur bei Diopterfernröhren vor, die auf keinem Diopterlineal stehen, und dienen zum Visiren nach naheliegenden Gegenständen und um dem Fernrohre die allgemeine Richtung nach dem Objecte hin zu geben, nach dem man visiren will, weil es bei dem kleinen Gesichtsfelde der Fernröhre oft schwierig ist, die Richtobjecte in das Objectivglas, e, zu bringen.

e. Die Stellschrauben, welche den Zweck haben, die Achse des Fernrohrs wieder in die Vertikalebene der Schärfe des Lineals zu richten, wenn sich dieselbe daraus verschoben haben sollte, finden sich nur an den besseren Diopterfernröhren, und sind dann in zwei senkrechten Kloben, vv, welche auf dem Lineal, in der Nähe der abgeschliffenen Kante desselben, zu beiden Seiten der Fußplatte der Säule stehen, durch Vorlegeringe so befestigt, daß sie sich, ohne ihre Stellung zu verändern, um ihre Achse drehen können. Sie greifen in die Muttergewinde der horizontalen Kloben ww, die an der Fußplatte der Säule befestigt sind, und können, je nachdem sie angezogen oder nachgelassen werden, die Fußplatte mit der auf ihr stehen-

den Säule und dem Fernrohre näher gegen die Alhidadenkante des Lineals heran- oder von derselben zurückbewegen. Um dies möglich zu machen, ist die Fußplatte des Ständers mit dem Lineal nicht fest, sondern verschiebbar durch 4 Schrauben verbunden, welche durch längliche, in senkrechter Richtung zur Schärfe des Lineals stehende, Löcher der Platte gehen und in Muttergewinde greifen, die in das Lineal eingedreht sind. — Zur Bewegung der Stellschrauben dient ein Schraubenschlüssel, der beim Gebrauch auf ihren vierseitigen, aus dem festen Kloben hervorragenden, kurzen Zapfen gesteckt, nach dem Gebrauch aber wieder abgenommen wird, um ein Verschieben des Fernrohrs, bei unvorsichtiger Berührung, zu vermeiden.

d. Der Grabbogen oder Quadrant, welcher häufig mit dem Diopterfernrohr verbunden wird, aber nicht nothwendig zum Instrumente gehört, dient zur Messung von Höhen- und Tiefenwinkeln und zur Berechnung von Höhen und Tiefen über oder unter einem gegebenen Standpunkt. Er ist vermittelst zweier messingenen Schenkel, uf und tg, an dem Träger, hk, unter dem Fernrohr angebracht, und kann sich mit dem letzteren um seinen in der Achse der Bolzenschraube liegenden Mittelpunkt bewegen. Die Ebene seiner Gradeintheilung oder des Limbus liegt in der Vertikalebene der Fernrohrachse und Schärfe des Lineals. An der Säule befindet sich ein kleiner unbeweglicher Grabbogen, xx, welcher den größeren unmittelbar berührt, und mit seiner Oberfläche mit der des letzteren in einerlei Ebene liegt. Auf ihm ist ein Pfeil, der sogenannte Index oder Zeiger, verzeichnet, welcher auf 0 zeigt, wenn das Instrument, wie das Fernrohr, horizontal steht. Von dem Nullpunkt aus geht die Eintheilung des Quadranten in halben Graden auf jeder Seite bis zu 45°, so daß der eine, dem Objectivglase zugekehrte, Theil des Quadranten zur Messung von Tiefen-, der andere, dem Ocularglase zugekehrte, Theil zur Messung von Höhenwinkeln bestimmt ist. An den Pfeil des kleinen, festen Grabbogens schließt sich nach jeder Seite hin, an den besseren Kippregeln, ein Nonius zur Bestimmung kleinerer Gradtheile an, als man durch unmittelbare Ablesung vom beweglichen Quadranten erhalten kann. —

§. 180. Unter Nonius oder Vernier versteht man nämlich eine Vorrichtung, welche zur Bestimmung kleinerer Theile von geraden Linien oder Kreisbogen dient, als man

Nonius oder Vernier.

durch unmittelbare Theilung angeben kann.*) — Soll irgend ein Maßstab oder eine Gradeintheilung mit einem Nonius versehen werden, so theilt man auf einem Schieber, der sich an dem Maßstabe oder Gradbogen hin und her bewegen läßt, eine Länge von n Maßstab- oder Gradbogentheilen, entweder in $n + 1$ oder $n - 1$ Theile. Wünschte man z. B. jeden Theil des Maßstabes AB, Fig. 99, noch in 5 Theile zu zerlegen, so würde man 4 Theile desselben auf den Schieber CD tragen, und sie in $4 + 1 = 5$ gleiche Theile zerlegen, dann müßte der Theilstrich 1 des Nonius vom Theilstrich a des Maßstabes um $\frac{1}{5}$, Theilstrich 2 von b um $\frac{2}{5}$, Theilstrich 3 von c um $\frac{3}{5}$, Theilstrich 4 von d um $\frac{4}{5}$ eines Maßstabtheiles entfernt, mithin jeder Noniustheil $\frac{4}{5}$ Maßstabtheile groß sein. — Schiebt man nun den Nonius in der Richtung von D fort, so wird der Index oder Nullpunkt, wenn der Theilstrich 1 des Nonius in der Verlängerung des Theilstriches a des Maßstabes steht, um $\frac{1}{5}$ eines Maßstabtheils, wenn Theilstrich 2 in Verlängerung von Theilstrich b steht, um $\frac{2}{5}$, wenn Theilstrich 3 in Verlängerung von Theilstrich c steht, um $\frac{3}{5}$, wenn Theilstrich 4 in Verlängerung von Theilstrich d steht, um $\frac{4}{5}$, und endlich, wenn Theilstrich 5 in Verlängerung von Theilstrich e steht, um $\frac{5}{5}$ oder einen ganzen Maßstabtheil weiter fortgerückt, und mithin durch dies successive Fortrücken des Index, der Maßstabtheil a mittelbar in 5 gleiche Theile zerlegt sein, und der Index wieder in der Verlängerung eines Theilstriches des Maßstabes stehen. — Was aber bei einem Maßstabtheile möglich ist, ist auch bei den anderen zu bewirken; es können daher auch alle durch diese Vorrichtung mittelbar in so viele Theile zerlegt werden, als der Nonius Einheiten oder gleiche Theile darstellt. — Setzen wir die Bewegung des Nonius noch weiter fort, z. B. bis der Index zwischen dem 9ten und 10ten Maßstabtheilstriche und der 3te Nonius-Theilstrich mit irgend einem der folgenden des Maßstabes zusammenfällt, so müßte auch der Index um $9\frac{3}{5}$ Maßstabtheile, und wenn jeder Theil z. B. eine Linie beträgt um $9\frac{3}{5}''' = 9'''6''''$ weiter gerückt sein. Bei einem solchen Nonius zählt man also auch die Theilstriche desselben vom Index vorwärts. — Theilt man n Maßstabtheile in $n - 1$ Theile, so findet zwar ein ähnliches aber ein umgekehrtes Verhältniß

*) Diese Vorrichtung soll von einem Portugiesen, Nunnez, einem Franzosen, Pierre Vernier, und einem Teutschen, Werner, zu gleicher Zeit erfunden sein.

wie

wie vorhin Statt. Gesetzt es sollten vom Maßstabe AB 6 Theile, von denen jeder eine Linie darstellen mag, in 6 — 1 = 5 gleiche Theile zerlegt werden, so würde, wenn die Theilung in E F ausgeführt ist, ein jeder der Nonius-Theile $\frac{5}{6}$ Maßstabtheile groß sein, und mithin der Theilstrich $\alpha$ des Nonius um $\frac{1}{6}$ Maßstabstheil oder $\frac{1}{6}'''$ über Theilstrich a des Maßstabes hinaus stehen. Da nun ferner $0b = \frac{1}{6}$ und $0\alpha = \frac{5}{6}$ ist, so muß Theilstrich $\alpha$ von Theilstrich b um $\frac{5}{6}'''$ entfernt stehen; da $0c = \frac{2}{6}$, $0\beta = \frac{4}{6}$, so muß $\beta$ von c $\frac{3}{6}'''$; da $0d = \frac{3}{6}$, $0\gamma = \frac{1}{6}$, so muß $\gamma$ von d um $\frac{3}{6}'''$; da $0e = \frac{4}{6}$, $0\delta = \frac{2}{6}$, so muß $\delta$ von e um $1'''$ und endlich da $0f = \frac{5}{6}$, $0\varepsilon = \frac{3}{6}$, so muß Theilstrich $\varepsilon$ in Verlängerung von Theilstrich f liegen. Schiebt man nun wieder wie vorhin den Nonius EF in der Richtung F fort, so wird zunächst der Theilstrich $\delta$ in die Verlängerung von Theilstrich e, sodann der von $\gamma$ in die Verlängerung von d, und so successive $\beta$ mit c, $\alpha$ mit b zusammentreffen. Es müssen daher auch die Nummern der Nonius-Theilstriche, wenn sie angeben sollen, um wie viel Theile der Index successive von der Linken zur Rechten fortgerückt ist, in umgekehrter Ordnung, also von der Rechten zur Linken, an dieselben geschrieben werden, so daß in die Nähe des Index die höchste Zahl zu stehen kommt. — Geht von einem Nullpunkte aus, wie z. B. bei dem vorbeschriebenen Gradbogen der Kippregel, eine Theilung nach 2 Seiten, so muß auch der Nonius ebenso eingerichtet oder ein zwiefacher sein, damit jeder Theil des Gradbogens oder Maßstabes seinen Nonius erhält. —

Beim Gebrauche des Nonius kommt es besonders auf zwei Dinge an:

1) genau zu ermitteln, welcher Theilstrich desselben in der Verlängerung eines Theilstriches des Maßstabes oder Gradbogens steht. Dies ist nicht so leicht als es scheinen mag, und ein Ungeübter wird sehr oft fehlen. Am sichersten und schnellsten kommt man zum Zweck, wenn man von den beiden Enden des Nonius nach der Mitte zu untersucht, in welcher Richtung die Theilstriche desselben sich denen des Maßstabes nähern. Findet man endlich eine Stelle, wo der linke Noniusstrich rechts und der rechte links, oder beide entgegengesetzt, also der linke links und der rechte rechts vom Theilstriche des Maßstabes steht, so müssen in der Mitte zwischen ihnen die correspondirenden Theilstriche liegen, welche, sich gegenseitig verlängernd, eine gerade Linie darstellen. Befindet sich zwischen ihnen kein Theilstrich, welcher genau in der Verlängerung eines anderen liegt,

was häufig vorkommt, so ist derjenige der bestimmende, welcher dem Theilstriche des Maßstabes am nächsten steht. Dieser Fall kann von einem geschickten Aufnehmer zum Vortheil seiner Arbeit benutzt werden, wenn er das Verhältniß des Abstandes beider Theilstriche in ihrer gegenwärtigen Lage zu dem Abstande erwägt, welchen sie von einander haben, wenn sie um einen solchen Maßstabstheil entfernt sind, den der Nonius noch ausdrückt. Gäbe z. B. der Nonius eines Gradbogens noch 4 Sekunden an, und verhielte sich der gegenwärtige Abstand der Theilstriche $x$ zu dem von 4 Sekunden $= 1:2$, so würde man da $x = \frac{4 \cdot 1}{2}$, den gemessenen Bogen bis zu 2 Sekunden Genauigkeit bestimmen können. — Durch eine Lupe oder ein Vergrößerungsglas wird das Ablesen vom Nonius ungemein erleichtert; ihr Gebrauch ist daher sehr zu empfehlen.

2) Den Werth der durch Hilfe des Nonius zu erlangenden Theilung richtig zu bestimmen. Zuerst ermittelt man, welchen Werth die kleinste Theilung des Maßstabes oder Gradbogens hat, wie vieler solcher Theile die Länge des Nonius gleich ist, und in wie viele, ob in $n + 1$ oder $n - 1$ gleiche Theile jene Länge getheilt ist, was man auch sogleich aus der Stellung der Zahlen auf dem Nonius entnehmen kann; endlich dividirt man durch die Zahl der Noniustheile den Werth der kleinsten Theilung des Instrumentes, und erhält dann durch den Quotienten den gesuchten Werth. Wäre z. B. auf dem Quadranten des vorbeschriebenen Diopterfernrohrs die kleinste Theilung ein halber Grad, eine Bogenlänge von 14 halben Graden auf den Nonius getragen und in 15 gleiche Theile zerlegt, so würde das kleinste Maß, welches der Nonius noch angeben kann, $\frac{\frac{1}{2}^\circ}{15} = \frac{30'}{15} = 2'$ (Minuten) sein.

Prüfung der Richtigkeit des Diopterfernrohrs.

§. 181. Beim Diopterfernrohr können folgende Fehler vorkommen.

1) Das Fadenkreuz nicht in der Achse des Fernrohrs liegen. Ist mit dem Fernrohr ein Diopterlineal verbunden, von dessen Richtigkeit man sich vorher überzeugt hat, so richtet man dieses scharf auf ein Bleiloth oder eine recht weit entfernte Thurmspitze ein und untersucht, ob das Fadenkreuz dies Object richtig schneide. Ist dies nicht der Fall, so zieht man das Schräubchen, welches in den Ring des Fadenkreuzes eingreift, mehr an, oder läßt es nach, und sucht hierdurch das Fadenkreuz in die Achse des Fernrohrs und somit in die Diopterebene zu bringen. Kann dies nicht bewirkt werden,

ſo liegt die Achſe des Fernrohrs nicht in der Diopterebene. — Iſt das Inſtrument mit keinem Diopterlineal verbunden, ſo kann dieſer Fehler nur auf die Weiſe ermittelt werden, wie der zunächſt genannte.

2) Die Achſe des Fernrohrs mit der Schärfe des Lineals nicht in einer Vertikalebene liegen. Dieſer Fehler wird eben ſo, wie beim gemeinen Diopterlineal die falſche Lage der Diopterebene zur Schärfe des Lineals, durch 3 Lothe oder ſenkrecht aufgeſtellte Meßſtangen, (§. 176. 3) ermittelt, und iſt leicht wegzuſchaffen, wenn der Ständer des Fernrohrs durch Stellſchrauben bewegt werden kann.

3) Die Bewegung des Fernrohrs um die Bolzenſchraube am Ständer nicht vertikal ſein. Zur Prüfung der Bewegung ſtellt man das Inſtrument auf einen horizontal geſtellten Meßtiſch, hängt in einiger Entfernung von letzterem ein Loth an einem vom Luftzuge nicht getroffenen Ort auf, richtet das Fernrohr darauf ein, und ſenkt und erhöht daſſelbe. Schneidet bei dieſer Bewegung das Fadenkreuz ſtets richtig das Loth, ſo iſt die Bewegung vertikal; wenn nicht, ſo muß man die kleinen Schrauben, welche die Fußplatte des Ständers mit dem Lineal verbinden, los laſſen, ein dünneres oder ſtärkeres Kartenblättchen unter jene Platte ſchieben und dadurch der Säule, oder den Endflächen ihres horizontalen Cylinders eine ſenkrechte Stellung geben.

4) Das Fernrohr in der erhöheten oder geſenkten Stellung, die man ihm giebt, nicht ſtehen bleiben, ſondern immer wieder in eine wagerechte Lage zurückſinken, ein Fehler, der leicht durch Anziehen der Mutter der Bolzenſchraube, durch welche das Fernrohr mit der Säule verbunden wird, zu beſeitigen iſt. Endlich

5) die Fädchen des liegenden Kreuzes nicht ſtraff angeſpannt ſein, oder ſich weder in der Mitte ihrer Länge, noch rechtwinklig kreuzen. Zur Fortſchaffung dieſes Fehlers, der wohl eintritt, wenn man das Fernrohr lange den brennenden Strahlen der Sonne ausſetzt, die es ſo erhitzen, daß das Wachs, durch welches die Fädchen mit dem Ringe verbunden ſind, ſchmilzt, muß man die Röhre mit dem Ocularglaſe aus dem Fernrohr herausnehmen, das Schräubchen, welches in den Ring des Fadenkreuzes eingreift, mit ſeinem Ueberwurf losſchrauben, den Ring aus dem Rohre herausnehmen, und die Fädchen von neuem mit weißem Wachs, welches nicht ſo leicht ſchmilzt, und, einmal befeſtigt, feſter hält, als gelbes Wachs,

straff und richtig an den Ring befestigen. Zu diesem Ende befinden sich dort, wo die Fädchen befestigt werden müssen, Einschnitte für diese, und kleine Vertiefungen für das Wachs im Ringe. Beim Wiederhineinbringen des letzteren in das Fernrohr muß man jedoch sehr vorsichtig zu Werke gehen, um nicht in die Verlegenheit zu kommen, das Fadenkreuz wieder zu vernichten.

## Gebrauch des Diopterlineals und Diopter-Fernrohrs in Verbindung mit dem Meßtische.

Was Meßtisch und Diopterlineal leisten und was jeder Messung mit ihnen vorangehen muß.

§. 182. Des Diopterlineals und Diopterfernrohrs bedient man sich, um Linien, welche entweder zwischen auf dem Meßtisch bezeichneten Punkten und terrestrischen Gegenständen, oder zwischen letzteren liegen, verhältnißmäßig, die Winkel, welche jene Gegenstände entweder mit einander oder mit dem Meßtische machen, in gleicher Größe, und endlich terrestrische Figuren sofort ähnlich auf die mit Papier bespannte Oberfläche der Tablette zu übertragen. Dabei kann man entweder in oder außerhalb der Linien und Figuren, im Scheitelpunkt der Winkel, oder in irgend einem Punkte ihrer Schenkel stehen. — Da der Gebrauch des Meßtisches mit dem Diopterlineal die bedeutenden Vortheile gewährt, daß man die gemessenen Winkel sogleich graphisch in Linien, und die Figuren, sie seien auch noch so verwickelt, sofort im verjüngten Maßstabe ähnlich aufgetragen und das Bild des gemessenen Gegenstandes erhält, kein Diarium führen, und keine Figur erst zu Hause nach Anleitung des letzteren mit Hilfe des Zirkels und Transporteurs construiren darf, so sind auch beide Werkzeuge von allen Meßinstrumenten, die wir noch kennen lernen werden, für die Detail-Aufnahme die bequemsten. Welche Aufgabe man aber auch mit ihnen lösen will, so ist stets Hauptbedingung, daß die Tablette mit Hilfe der Wasserwage vollkommen horizontal, und gegen jede unwillkürliche Bewegung, durch richtige Stellung der Stativfüße und Anziehung der betreffenden Schrauben gesichert, unbeweglich feststeht. — Liegt die Tablette nicht horizontal, so erhält man auch keine Horizontalprojection der Visirlinien, und bewegt sie sich während der Messung um die Achse des Stativs, so werden die bereits auf ihr gezogenen Linien verrückt, erhalten eine falsche Lage, und die zu messenden Winkel werden entweder zu groß oder zu klein.

§. 183. Soll die Richtung einer geraden Linie, zwischen irgend einem gegebenen oder willkürlich angenommenen Punkt c. Fig. 100, auf dem Meßtische und einem Gegenstande A auf dem Felde, auf dem Papier der Tablette dargestellt werden, so legt man das Lineal mit der Schärfe an den Punkt c, bewegt es, indem man durch das Ocular- und die Oeffnung des Objectivdiopters sieht, um denselben, bis das Haar des Objectivdiopters oder das Fadenkreuz des Fernrohrs den terrestrischen Gegenstand (Punkt) A in seiner Achse schneidet oder genau halbirt, und zieht sodann längs der Schärfe des Lineals mit einem harten, scharf- und breitgespitzten Bleistifte eine feine Linie c a, so liegt diese in der verlangten Richtung. — Soll ein Winkel dargestellt werden, den eine andere durch den Meßtisch C und irgend einen terrestrischen Gegenstand B bezeichnete Linie mit jener ersteren CA in dem bemerkten Punkte c macht, so bewegt man das Lineal wieder um den letzteren, ohne dabei den Meßtisch zu verrücken, bis beide Diopter wie vorhin in der Richtung der ersten, so jetzt in der der zweiten Linie CB stehen, zieht längs der Schärfe des Lineals eine zarte Bleistiftlinie, und erhält durch sie und die vorhingezogene die Horizontal-Projection a c b des gemessenen Winkels ACB.

Zeichnung einer terrestrischen Linie auf dem Meßtisch und Messung eines Winkels aus dem Scheitelpunkt desselben.

§. 184. Die Bewegung des Diopterlineals an und um irgend einen auf dem Meßtische angenommenen Punkt, würde mit sehr großer Schwierigkeit verknüpft und fast nie eine richtige Messung um den Scheitel jenes Punktes möglich sein, wenn man dem Lineal in ihm keinen Stützpunkt geben oder es fixiren könnte. Zu einem solchen Stützpunkt benutzt man die sogenannten Stations- oder Anschlagnadeln, die man senkrecht in die Punkte und Linien, in letztere möglichst entfernt von einander einsteckt, an welche man das Lineal legen will. Damit nun aber beide, Punkte und Linien, möglichst scharf bestimmt bleiben, beim öfteren Einstecken der Nadeln in ein und dieselbe Stelle, diese nicht zu sehr ausgebohrt und das Papier nicht zu sehr durchstochen werde, bedient man sich zu ihnen der allerfeinsten englischen Nähnadeln, vom besten Stahle, mit den zartesten und schärfsten Spitzen. Um sie bequem ergreifen und in die Tablette eindrücken zu können, erhalten sie, nachdem man durch die Oehre ein Fädchen gezogen, Knöpfe von Siegellack, die bis zur Mitte der Nadeln reichen. — Lange Stationsnadeln sind bei der Arbeit hinderlich, man läuft Gefahr sie abzubrechen. Das letztere ist besonders dann sehr unangenehm, wenn man die Spitze aus der Tablette nicht wieder heraus-

Fixirung des Diopterlineals an einem gegebenen Punkt durch die Stationsnadel.

ziehen, oder mit dem Reſte der Nadel, ſo tief hineindrücken kann, daß ſie unſchädlich wird. Man muß dann die neue Nadel neben der Spitze der alten einſtecken und erhält dadurch einen anderen Punkt, eine andere Richtung der bezeichneten Linie, und mithin auch andere Winkel *). Darum verkürzt man ſie lieber ſchon vorher durch Abbrechen des Oehrs, wenn auch die Siegellackknöpfe, welche, ohne Fäden durch die Oehre zu ziehen, gebildet ſind, leicht ſich von den Nadeln abſtreifen, weil der Lack an der polirten Fläche der letzteren nicht ſo feſt wie an den Fäden haftet. — Vom beſten Stahl müſſen die Nadeln ſein, damit ſie beim Einſtecken in die Tablette ſich nicht biegen, wodurch das Lineal eine eben ſo unrichtige Lage erhalten würde, als durch nicht ſenkrecht eingeſteckte Nadeln. — Zum Herausziehen der abgebrochenen aber noch erfaßbaren Nadelſpitzen bedient man ſich der ſogenannten Pincette, einer kleinen feinen Kneifzange. — Aber auch trotz der Stationsnadeln wird das Lineal ſich häufig, namentlich bei feuchtem Wetter, wenn ein Sandkörnchen oder eine kleine Erhöhung, die ſich im Papier befindet, womit der Meßtiſch überzogen iſt, ſich ſeiner Bewegung widerſetzt, oder wenn es ein Diopterfernrohr trägt, beim Einrichten auf ein Object von dem bezeichneten Punkte entfernen, wenn man es mit der linken Hand nicht gegen die Nadel drückt und mit der rechten Hand rechts herum, alſo gegen die Nadel bewegt. Darum wird man jedesmal, bevor man die Bleiſtiftslinie zieht, ſich überzeugen müſſen, ob auch die Schärfe des Lineals die Nadel berührt. **)

Das Orientiren des Meßtiſches durch Rückwärtseviſiren.

§. 185. Der häufigſte Gebrauch des Meßtiſches, beſonders bei der Detailaufnahme, bezieht ſich darauf, daß auf demſelben ſchon eine oder mehrere gerade Linien und Punkte, im richtigen Verhältniß zu den gleichnamigen terreſtriſchen, ge-

---

*) Wir dürfen nur daran erinnern, daß die Breite einer feinen Bleiſtiftslinie im Maßſtabe von $\frac{1}{12500}$ $2\frac{1}{2}$ Schritt, im Maßſt. von $\frac{1}{25000}$ $4\frac{1}{6}$ Schritt, mithin der Flächenraum eines feinen Nadelſtiches im erſten Falle $6\frac{1}{4}$ □ Schritt, im letztern $17\frac{13}{36}$ □ Schritt beträgt, um darzuthun, wie wichtig es iſt, die Stationsnadeln genau in ein und daſſelbe Loch zu ſtecken.

**) Will man das Papier möglichſt rein erhalten, ſo muß man das Diopterlineal nicht viel auf demſelben hin und her ſchieben, ſondern daſſelbe, wenn man es auf einen neuen Punkt einrichten will, jedesmal aufheben und es gleich in der ungefähren Richtung auf jenen Punkt dicht an die Nadel niederſetzen.

geben sind, und daß man durch Messung von Winkeln die verhältnißmäßige Lage anderer Punkte und Längen anderer Linien, mit Hilfe des Diopterlineals oder Diopterfernrohrs, bestimmen will. — Um dies aber bewirken zu können, muß der Meßtisch eine solche Lage erhalten, daß eine auf ihm gegebene Linie a b Fig. 100 eine parallele Lage mit der gleichnamigen terrestrischen AB bekommt. Dies erreicht man dadurch, daß man den Meßtisch so über einen terrestrischen Punkt C, der gleichfalls auf der Tablette und in verhältnißmäßiger Lage zu jener Linie verzeichnet ist, aufstellt, daß beide Punkte, der gegebene c und der terrestrische C, in einer vertikalen Linie liegen. Sodann legt man das Diopterlineal an den gegebenen Punkt c und einen Endpunkt z. B. a der gegebenen Linie, dreht die Tablette, zunächst durch die grobe Bewegung, und nachdem man diese, wenn man seinen Zweck im Allgemeinen erreicht, durch Anziehung der betreffenden Schraube gehemmt hat, durch die Mikrometerschraube so lange um die Achse des Instruments herum, bis das Haar des Objectivdiopters oder das Kreuz des Fernrohrs den analogen terrestrischen Punkt A schneidet, wodurch die Linie a c auf dem Meßtische mit der Linie AC auf dem Felde in eine Vertikalebene, und die Linie a b in eine parallele Lage mit der gleichnamigen terrestrischen AB gebracht ist. Da nach der Annahme $\angle$ c a b $=$ $\angle$ CAB so muß auch a b $\parallel$ AB sein. — Dies Verfahren nennt man das Orientiren des Meßtisches durch Rückwärtsvisiren oder Rücksicht.

Messung von Winkeln und Entfernungen, und Construction ähnlicher Dreiecke auf der Tablette.

§. 186. Kann man sich mit dem Meßtische nicht im Scheitelpunkt eines zu messenden Winkels z. B. in der Pünte B eines feindlichen Bastions ABC Fig. 101, wohl aber in der Verlängerung der Schenkel oder Bastionsfacen AB und BC aufstellen, so ist doch nichts desto weniger die Messung desselben mit dem Diopterlineal (Diopterfernrohr) wie folgt, auszuführen. — Man richtet einen auf dem Meßtisch angenommenen Punkt d, und das an diesen gelegte Diopterlineal, in die Verlängerung eines Schenkels BC ein, bezeichnet die Richtung desselben durch die Visirlinie d b auf der Planchette, und zieht nächstdem nach einem beliebigen, seitwärts angenommenen, terrestrischen Punkt F die Visirlinie d f. — Hierauf geht man, nachdem der Standpunkt D, durch einen senkrecht in die Erde eingesteckten Stab, bezeichnet ist, im Alignement DF so lange fort, bis man nach E, in der Verlängerung des anderen Schenkels AB, kommt, stellt hier den Meßtisch auf, orientirt ihn durch Rücksicht nach D und zieht aus dem in der Visirlinie d f an-

genommenen Punkt e, längs der Schärfe des Diopterlineals, die Visirlinie a b in der Richtung des Schenkels AB, so ist, da ∠ b d e = BDE, ∠ b e d = BED, auch △ d e b ∽ △ DEB, und ∠ d b e = DBE. Letzterer ist aber der Scheitelwinkel von ABC, daher ihm gleich, mithin auch d b e = ABC. — Mißt man die Linie DE und macht nach dem verjüngten Maßstabe d e = DE, so ist auch durch das beschriebene Verfahren nicht nur das △ d b e in einem ähnlichen Bilde und in einem gegebenen Verhältnisse zu △ DBE auf die Tablette gezeichnet, sondern auch die Entfernung des Punktes B von D und E gemessen. Letztere kann in Zahlen ausgedrückt werden, wenn man mittelst des verjüngten Maßstabes die Linien b d und b e mißt, denn da △ d b e ∽ △ DBE, so muß sich auch die gemessene Linie DE zu DB und EB verhalten, wie die nach dem verjüngten Maßstabe aufgetragene d e zu d b und e b.

Abstecken von beliebigen Winkeln und Figuren, und von Parallelen durch Meßtisch und Diopterlineal.

§. 187. Wie zur Messung von Winkeln, so kann der Meßtisch mit dem Diopterlineal (Diopterfernrohr) auch zum Abstecken von Perpendikeln, beliebigen Winkeln und Figuren und von Parallelen mit gleichem Vortheil benutzt werden.

1) Soll ein Winkel z. B. von 108° an einen Punkt A Fig. 102, einer terrestrischen Linie AB angetragen werden, so ziehe man auf der Tablette des Meßtisches eine beliebige gerade Linie a b, beschreibe an einem Punkt a derselben mittelst des Transporteurs den ∠ b a c = 108°, stelle den Meßtisch in dem bezeichneten Punkt A der gegebenen Linie auf, lege an die auf der Tablette gezogene Linie a b das Diopterlineal und bringe sie in die Vertikale der terrestrischen, wie den Punkt a auf der Tablette, senkrecht über den Punkt A auf dem Felde. Sodann lege man das Diopterlineal an den anderen Schenkel a c des konstruirten Winkels und lasse in der Richtung desselben, z. B. in C, einen Stab senkrecht in die Erde stecken, so wird dieser Stab mit dem Meßtische und der gegebenen terrestrischen Linie den verlangten Winkel CAB von 108° beschreiben.

2) Wird verlangt, von irgend einem terrestrischen Punkte D, Fig. 102, zu dem man vielleicht nicht zu kommen vermag, auf irgend eine gerade Linie, AB, in der man sich fortbewegen kann, einen Perpendikel zu fällen, so zeichnet man auf die Tablette eine gerade Linie, a b, errichtet in einem Punkte, e, derselben einen Perpendikel, e d, geht sodann in jener terrestrischen Linie, AB, so lange fort, bis man den Punkt erreicht zu haben glaubt, den der verlangte Perpendikel treffen würde. Hier stellt man den Meßtisch auf, richtet die Linie

ab auf der Tablette, in das Alignement der Linie AB auf dem Felde ein, legt das Diopterlineal an den Perpendikel ed und sieht, ob der Visirstrahl durch dasselbe den bezeichneten Punkt D trifft. Ist dies nicht der Fall, so geht man weiter, und ist man zu weit gegangen, wieder um etwas zurück, und so lange vor- und rückwärts, bis man endlich den Punkt E gefunden hat, von welchem aus die senkrecht zum Alignement AB stehende Visirlinie eD den Punkt D trifft.

3) Ist eine Figur, und zwar

a) eine regulaire, z. B. ein Fünfseit, von einer bestimmten Seitenlänge abzustecken, oder an eine terrestrische Linie, AB Fig. 103, anzutragen, so berechne man zunächst den Polygonwinkel nach der bekannten Formel $(2n-4) \cdot R$, im angenommenen Falle 108°, zeichne diesen Winkel, abc, mittelst des Transporteurs auf die Tablette, stelle den Meßtisch in den Endpunkt A der terrestrischen Linie und stecke, wie vorhin, den Winkel BAC = bac = 108° ab. Sodann messe man von A nach E, in der Richtung auf C, und von A nach D, in der Richtung auf B, die verlangte Seitenlänge des Polygons ab, stelle den Meßtisch in E, trage an AE den Winkel AEF = bac = 108° und mache EG = AE. Hierauf gehe man, um, wenn irgend ein Fehler begangen würde, dessen Fortpflanzung oder gar Vergrößerung zu vermeiden, nach D zurück, errichte dort den Meßtisch, trage an AD den Winkel ADH = bac = 108° und mache DJ = AD. — Obwohl jetzt die Construction des Fünfseits DAEGJ als vollendet betrachtet werden kann, so stelle man doch, zur Prüfung der Richtigkeit derselben, noch in J den Meßtisch auf, lege an ac das Diopterlineal, bringe diese Linie in die Vertikalebene der terrestrischen Linie DJ, den Punkt a auf dem Meßtische senkrecht über den Punkt J auf dem Felde, und darauf das Diopterlineal an die Linie ab, und untersuche, ob die Visirlinie durch dasselbe den Punkt G trifft und, wenn dies der Fall ist, ob GJ = DJ. Ergiebt sich bei einer sorgfältigen Messung auch dies, so ist das verlangte Polygon richtig abgesteckt. Trifft die Visirlinie aber nicht den Punkt G, hat sie etwa die Lage von JK oder JF, oder ist JG länger oder kürzer als eine andere Seite des Polygons, so ist entweder bei Abmessung der Linien (Polygonseiten), bei Antragung der Polygonwinkel, oder gar bei Aufzeichnung des Winkels bac auf die Tablette, ein Fehler vorgekommen, der durch Nachmessung der aufgetragenen Winkel und Längen aufgesucht, und wenn er gefunden ist, rectificirt werden muß. — Zwar

könnte man vorher das ganze Polygon auf der Tablette construiren, allein dadurch würde nicht nur unnütz Zeit verloren gehen, sondern auch ein neuer Grund zu Fehlern entstehen, denn die Construction von Winkeln mittelst des Transporteurs ist manchen Schwierigkeiten unterworfen, und muß sehr sorgsam geschehen, wenn sie vollkommen richtig werden soll, und dann müßte man bei Absteckung des terrestrischen Polygons nach und nach in jeden Winkelpunkt des auf der Tablette construirten Stationsnadeln stecken, wodurch nicht nur beim Einstecken und in der senkrechten Stellung derselben Fehler vorkommen könnten; sondern auch die Nadeln an den Endpunkten der kurzen Polygonseiten steckend, verhältnißmäßig zu nahe an einander stehen und dem Diopterlineal keine so sichere Stützpunkte geben würden. Construirt man dagegen nur den Polygonwinkel, so kann man dessen Schenkel so lang, als man es für nöthig erachtet, machen, und die sorgsam in die Linien und genau senkrecht eingesteckten Nadeln, bis nach Vollendung des abgesteckten Polygons unverrückt stehen lassen.

b) Ist das auf der gegebenen Grundlinie **AB** abzusteckende Polygon ein **unregelmäßiges**, so muß es auf der Tablette vollständig construirt, und jede Seite desselben verlängert werden, die so kurz ist, daß die in die Endpunkte derselben gesteckten Stationsnadeln dem Diopterlineal nicht als sichere Stützpunkte dienen können. — Ist die Zeichnung des Polygons **abcdefg**, Fig. 104, auf der Tablette geschehen, so stellt man den Meßtisch in den Endpunkt **B** der gegebenen terrestrischen Linie **AB**, bringt die Linie **ab** der Tablette in die Vertikalebene der gleichnamigen auf dem Felde und den Punkt **b** senkrecht über **B**; legt an **bc** das Diopterlineal (Diopterfernrohr), läßt in der Richtung der Vistrlinie desselben einen Stab, **H**, senkrecht in die Erde stecken, und mißt von **B**, im Alignement auf **H**, die Seitenlänge **BC** im richtigen Maßstabsverhältniß zur verjüngten **bc** ab. Hierauf geht man mit dem Meßtische nach **C**, stellt ihn dort auf, orientirt ihn durch Rücksicht nach **B**, legt das Diopterlineal an **cd**, macht den Winkel **BCJ** = **bcd**, mißt von **C**, in der Richtung auf **J**, die Länge der Seite **CD** von gleichem Werth im natürlichen Maße mit der Linie **cd** im verjüngten ab; stellt den Meßtisch in **D** auf, orientirt ihn durch Rücksicht nach **C** und trägt an **D** den Winkel **CDK** = **cde**. Nachdem man jetzt etwa das halbe Polygon abgesteckt hat, kehrt man zur Grundlinie zurück, und stellt den Meßtisch in **A**, nach **B** orientirt, auf, um die Fortpflanzung und Vergrößerung

eines etwa begangenen Fehlers durch Antragen neuer Winkel und Linien an so eben construirte, zu vermeiden, und verfährt ferner auf die beschriebene Weise. Ist endlich der Winkel GFE an die Linie FG angetragen, so ist auch die Construction des irregulairen Polygons vollendet. Zur größeren Sicherheit kann man sich indessen in F auf gleiche Weise, wie oben angegeben ist, von der Richtigkeit der Arbeit überzeugen.

4) Soll eine Parallele mit einer auf dem Felde gegebenen geraden Linie AB, Fig. 105, durch einen bezeichneten Punkt, C, abgesteckt werden, so zieht man auf der Planchette eine gerade Linie, ab, und bringt dieselbe, nachdem man den Meßtisch in irgend einem beliebigen Punkt, D, jener terrestrischen Linie aufgestellt hat, in die Vertikalebene der letzteren, steckt in irgend einen Punkt, d, der Tablette eine Stationsnadel, legt das Diopterlineal daran, visirt nach C und zieht längs der Schärfe des Lineals die Linie dc. — Hierauf begiebt man sich mit dem Meßtische, sobald man den Punkt, auf dem er stand, durch einen senkrechten Stab bezeichnet hat, nach C, orientirt ihn durch Rücksicht nach D und bringt die Linie ab vertikal über den Punkt C, legt an dieselbe das Diopterlineal und läßt in der Richtung der Visirlinie durch letzteres einen Stab, E, oder links und rechts vom Tische 2 Stäbe, E und F, senkrecht in den Boden stecken, so wird ECF || AB sein, denn es ist ∠ CDB = ∠ cCF.

So viel mag einstweilen genug sein, um den Gebrauch und die große Anwendbarkeit des Meßtisches und des Diopterlineals und Diopterfernrohrs zu zeigen. Alle Aufgaben, die mit ihnen ferner gelöst werden können, beziehen sich mehr oder weniger auf das in den vorstehenden §§. Abgehandelte.

## 5. Die Einlothzange oder Gabel.

§. 188. Die Einlothzange, Fig. 106, bestimmt, einen auf der Tablette des Meßtisches bezeichneten Punkt senkrecht über einen gegebenen terrestrischen zu bringen, besteht aus zwei parallellaufenden, geraden und fast gleich langen Stäben von Metall, die durch ein eckiges, oder besser rundes Knie, welches bei eisernen Gabeln gestählt ist, mit einander verbunden sind. Die Entfernung beider Stäbe von einander ist der Dicke des Meßtischblattes gleich. Durch den etwas längeren Unterarm ist, genau unter dem Ende des Oberarms, ein Loch gebohrt, Beschreibung u. Gebrauch derselben.

worin ein Bleiloth befestigt werden kann. Beim Gebrauche wird die Einlothzange so auf die Tablette geschoben, daß der Oberarm mit seinem Ende die Stationsnadel berührt, welche in den Punkt gesteckt ist, der vertikal über einen terrestrischen gebracht werden soll, und der Meßtisch so lange hin und her geschoben, bis das Loth gerade über dem bezeichneten Punkt auf der Erde hängt. Damit jedoch, bei der Bewegung des Meßtisches, die Einlothzange sich nicht verrücke oder gar die Nadel abbreche, geht in der Nähe des Knie's durch dieselbe eine Schraube, mittelst welcher die beiden Arme so zusammengeschroben werden können, daß sie sich vollkommen fest an die Tablette anschmiegen. — Bei militairischen Vermessungen im gewöhnlichen Maßstabe, wo eine Abweichung eines Punktes auf dem Meßtische von dem Perpendikel des dazu gehörigen Punktes auf dem Erdboden um wenige Zoll gar nicht in Betracht kommt, kann füglich die Einlothzange entbehrt, und der Punkt auf dem Meßtische nach dem Augenmaße über den gleichnamigen auf der Erde gestellt werden. Will man genauer zu Werke gehen, so hält man einen Stein unter der Tablette und den darauf verzeichneten Punkt und läßt ihn fallen. Trifft er den Punkt auf dem Erdboden, über dem jener stehen soll, so hat der Meßtisch die richtige Stellung; trifft er ihn nicht, so muß der Meßtisch so lange verrückt werden, bis der Stein auf die richtige Stelle fällt.

## 6. Die Orientir-Bouſſole*) oder das Declinatorium.

Beſchreibung derſelben.

§. 189. Die Orientir-Bouſſole, Fig. 107 u. 108, bestimmt, den Meßtisch nach den Himmelsgegenden zu orientiren oder der auf ihm verzeichneten Nordlinie eine parallele Lage mit der natürlichen zu geben, besteht aus einer mit einem Glasdeckel geschlossenen messingenen Büchse, in deren Mitte sich auf dem Boden ein stählerner Stift erhebt, auf dem die Magnetnadel schwebt, welche vermittelst einer Vorrichtung beim Nichtgebrauch des Instrumentes gegen den Glasdeckel gedrückt und dadurch unbeweglich festgehalten, beim Gebrauch des Instruments aber wieder in Freiheit gesetzt und auf den Stift heruntergelassen werden kann. Durch eine andere Vor-

*) Das Wort Bouſſole scheint aus dem holländischen Worte Boxel (Büchse) entstanden zu sein.

richtung wird die Bouſſole mit der Tablette des Meßtiſches verbunden.

a. Die Büchſe oder Doſe, abc, in Form eines niedrigen Cylinders, von 2 bis 3″ im Durchmeſſer und ¾″ Höhe, iſt aus vollkommen eiſenfreiem Meſſing gearbeitet und oben durch eine ebne Glasſcheibe, de, die von einem meſſingenen Ringe feſtgehalten wird, geſchloſſen, damit die Luft von außen nicht eindringen und die in der Doſe ſchwebende Nadel beunruhigen kann. Die Doſe ſteht auf einer vierſeitigen Meſſingplatte, der Bouſſolenplatte ABCD, und iſt auf dieſer entweder mit 3 oder 4 kleinen Schräubchen unbeweglich angeſchroben oder, beſſer, mit einer in die Mitte ihres Bodens eingreifenden Schraube f daran ſo befeſtigt, daß ſie ſich um ihre Achſe bewegen läßt. — Im Innern der Büchſe iſt auf einem Ringe, rr, nicht fern unter dem Glasdeckel, eine Gradeintheilung angebracht, die entweder einen ganzen Kreis, oder nur einen Kreisbogen von etwa 40 Graden, darſtellt Dieſe Gradeintheilung iſt beſtimmt, die Abweichung der Magnetnadel von irgend einer Richtung anzugeben, und macht daher das Inſtrument zur Winkelmeſſung geeignet. — Fehlt die Gradeintheilung, wie bei der Mehrzahl der älteren und wohlfeileren Orientirbouſſolen, ſo dient eine Linie, die auf dem Boden der Büchſe durch deſſen Mittelpunkt gezogen, auf dem einen Ende mit N (Norden), auf dem anderen mit S (Süden) bezeichnet iſt, dazu, das Büchschen und mit demſelben den Meßtiſch nach dem magnetiſchen Norden zu orientiren. Bei den meiſten Bouſſolen iſt dieſe Linie noch von einer zweiten im Mittelpunkt des Bodens der Büchſe ſenkrecht durchſchnitten, deren eines Ende mit O (Oſten), das andere mit W (Weſten) bezeichnet iſt. Hat die Bouſſole eine Gradeintheilung, ſo liegt deren Nullpunkt in der Vertikalebene der auf dem Boden der Doſe verzeichneten Nordlinie. Um die Doſe ſo auf die Bouſſolenplatte ſtellen zu können, daß die Nord- und Oſtlinien parallel mit den Seiten derſelben laufen, befindet ſich am Cylinder der Doſe ein Einſchnitt und auf der Mitte der Platte, parallel mit 2 Seiten derſelben, eine eingeriſſene gerade Linie, welche zuſammengebracht werden müſſen, wenn der genannte Zweck erreicht werden ſoll.

b. Der Stift, v, muß vollkommen ſenkrecht im Mittelpunkt des Doſenbodens oder genau in der Achſe des Cylinders ſtehen und ſo lang ſein, daß die auf ihm hängende oder ſchwebende Magnetnadel ſich frei in der Ebene der Gradeinthei-

lung bewegen kann. Damit die Spitze des Stiftes sich bei der Drehung der Nadel nicht abnutze, muß der Stift aus gutem englischen Stahl angefertigt sein.

c. Die Magnetnadel, NS, eine dünne, schmale Stahlplatte, ist so lang, daß sie sich noch eben um den Stift bewegen kann, ohne die Seitenwände der Büchse oder den Gradring zu berühren, und durch Bestreichung mit einem künstlichen oder natürlichen Magnet befähigt, sobald sie freischwebend auf den Stift aufgehangen ist, die Richtung der magnetischen Pole anzunehmen, oder mit der einen Spitze nach dem magnetischen Nord-, mit der anderen nach dem magnetischen Südpol zu zeigen. — Die Gestalt der Nadel kann entweder pfeilförmig, wie ab Fig. 109; platt und breit, nach den Enden zugespitzt, auf der Nordspitze mit N, auf der Südspitze mit S bezeichnet, wie cd; hoch und schmal, an den Enden zu geschärft, wie ef, oder endlich platt, in der Form eines langgestreckten Oblongums, wie hk, sein. In der letzteren Form ist sie gewöhnlich blau angelaufen, in der Mitte, ihrer Längenrichtung nach, mit einer feinen nicht blau angelaufenen oder eingerissenen Linie versehen. Die erstere Form ist nicht zu empfehlen, weil durch die hervorstehenden Theile des Pfeils die Polarität der Nadel gestört wird; die zweite und besonders die dritte Form ist die geeigneteste für Boussolen ohne Gradeintheilung; die letztere aber die vorzüglichere für Boussolen mit Gradeintheilung. Blau angelaufene Nadeln nehmen zwar die magnetische Kraft leichter an als andere, verlieren sie aber auch schneller, wenn sie nicht in steter Uebung erhalten werden. — Die Magnetnadel ist, damit sie auf den stählernen Stift gehangen und frei sich auf demselben bewegen kann, in der Mitte ihrer Länge, in der ihr Schwerpunkt liegen muß, durchbohrt, und über dieser Oeffnung mit einem aufgelötheten messingenen oder stählernen Hütchen, o, in der Form eines ausgehöhlten Kegels, versehen, das in der Regel mit Glas, Agat, Rubin oder einem anderen harten Stein ausgefüttert ist. Hütchen aus bloßem Messing oder Stahl taugen durchaus nichts, weil erstere leicht von dem spitzen Stifte, worauf die Nadel sich bewegt, eingebohrt werden, letztere aber bald die Spitze des Stiftes abstumpfen, wodurch in beiden Fällen die Reibung vergrößert, mithin die freie Bewegung der Nadel gehemmt wird. Die Spitze der kegelförmigen Aushöhlung muß eine halbe Hohlkugel darstellen, wenn die Nadel sich mit der möglichst wenigsten Reibung (Friction) auf dem Stifte bewegen

soll, und mit den beiden Spitzen der Nadel, oder mit jener eingerissenen Linie in der Mitte der gleich breiten Nadeln h k in einer Vertikalebene liegen, weil sonst die Nadel an der Gradeintheilung der Bousole nicht genau die Richtung des Durchmessers bezeichnen, und nicht die Hälfte des Gradringes abschneiden würde.

d. Die Vorrichtung zur Arretirung, p q t, oder zum in Ruhesetzen der Magnetnadel, bezweckt, dieselbe vermittelst eines Druckes an den Knopf einer Stange oder an eine Feder von dem Stift abzuheben und gegen das Glas zu drücken, sobald die Bousole transportirt, der Meßtisch von einem Orte zum andern getragen oder horizontal gestellt werden soll, damit eben so wenig der Stift als das Hütchen durch eine unnütze Reibung abgenutzt werde. Diese Einrichtung, die indessen einen doppelten Boden, a'b', der Bousole erfordert, ist bei verschiedenen Bousolen so verschieden, daß eine nähere Beschreibung einer Art derselben unfruchtbar sein würde.

e. Die Vorrichtung zur Befestigung der Bousole an den Meßtisch ist gleichfalls an verschiedenen Instrumenten sehr verschieden, gewöhnlich besteht sie aber aus einem Schraubenloche ohne Muttergewinde durch eine Seite der vierseitigen Messingplatte, auf der die Bousole ruht, gebohrt, und aus 2 auf jeder Seite des Schraubenloches stehenden kurzen Stiften, 11. — Schraubenloch und Stifte correspondiren mit dem Schraubenloch mit Muttergewinden und den Stiftlöchern in dem Messingplättchen, welches in der Mitte unter einer Seite der Tablette angeschroben ist. Hat man die Stifte in die Stiftlöcher gebracht, und vermittelst einer Klemmschraube mit großem geränderten Kopf, die in jene Schraubenlöcher gesteckt wird, die Bousole mit der Tablette verbunden, so muß dieselbe, falls der Meßtisch horizontal steht, gleichfalls eine horizontale Lage haben, damit die Magnetnadel sich in der Horizontalebene der Gradeintheilung bewegt, oder mit der einen Spitze nicht höher über dem Bousolenboden steht, als mit der anderen. Auch muß dann die Nordlinie auf dem Bousolenboden parallel mit 2 Randlinien des Meßtischblattes laufen.

§. 190. Will man den Meßtisch orientiren oder so aufstellen, daß zwei seiner Randlinien parallel mit der Magnetnadel laufen, letztere aber gerade über der, auf dem Boden der Büchse verzeichneten, Nordlinie steht, so macht man, bei einer Bousole ohne Gradeintheilung, ein Auge zu, bringt das andere senkrecht über das Hütchen und dreht nun die Tablette, und

Gebrauch der Orientirbousole zum Orientiren d. Meßtisches.

mit ihr das Bouſſolenbüchschen, ſo lange um die Achſe des Inſtrumentes, bis die Nadel jene Linie deckt. Da aber die Nadel eine gewiſſe Breite hat, und da man das Auge weder lange noch genau über dem Hütchen ſtill halten kann, ſo iſt es wohl möglich, daß die Nadel nur ſcheinbar jene Linie deckt, und mithin das Inſtrument nicht ſcharf orientirt iſt. Bei einer Orientirbouſſole mit Gradeintheilung kann dieſer Fehler nicht vorkommen. Auch erleichtert ſie, beſonders wenn ſie eine platte, gleich breite Nadel mit einer eingeriſſenen Linie in ihrer Mitte beſitzt, die Orientirung des Inſtrumentes. Man darf jene Linie nur durch Drehung des Inſtrumentes genau in die Verlängerung der Theilſtriche bringen, welche auf dem Gradringe mit 0 und 180° bezeichnet ſind. Bedient man ſich zu dieſem Geſchäfte einer Lupe oder irgend eines anderen Vergrößerungsglaſes, ſo kann man auf das genaueſte die Linie auf der Nadel in die Verlängerung jener Theilſtriche bringen. Je länger die Nadel und je größer mithin der Umfang der Bouſſole iſt, deſto genauer läßt ſich auch erſtere einrichten, weil die Abweichung der Nadel von der richtigen Lage an der größeren Eintheilung des Gradringes deutlicher in die Augen fällt. — Nicht immer hängt es vom Aufnehmer ab, die magnetiſche Nordlinie ſeiner Vermeſſung parallel mit einer Seite des Meßtiſchblattes zu legen. Er wird alſo auch in den Fällen, wo dies nicht Statt finden kann, von einer Orientirbouſſole ohne Gradeintheilung, die an die Meſſingplatte unbeweglich angeſchroben iſt, keinen Nutzen ziehen; denn orientirt er ſeinen Meßtiſch nach der Nordlinie der Vermeſſung, ſo wird die Nadel der Orientirbouſſole, nicht über der Nordlinie auf dem Boden der Doſe, ſondern über einer unbezeichneten Stelle ſchweben, mithin nicht benutzt werden können, um den Meßtiſch auf einem anderen Standpunkte parallel mit ſeiner Stellung auf dem erſteren aufzuſtellen oder zu orientiren. Um nun aber auch in ſolchen Fällen die Orientirbouſſole ohne Gradeintheilung gebrauchen zu können, iſt es nöthig, ſie nur durch eine Schraube, f, welche in ein Muttergewinde in der Mitte des verſtärkten Doſenbodens eingreift, ſo zu befeſtigen, daß ſie ſich um die Achſe der Doſe drehen, und in eine ſolche Stellung bringen läßt, in welcher die auf dem Boden verzeichnete Nordlinie parallel mit der magnetiſchen Nordknie der Vermeſſung läuft. Hat ſie dieſe Stellung erhalten, ſo wird jene Schraube feſt angezogen und die Büchſe unbeweglich feſtgeſtellt. Läuft die auf dem Boden der Bouſſole mit Gradeintheilung verzeichnete Nordlinie auch nicht

paral-

parallel mit der magnetiſchen der Vermeſſung, ſo hat dies zwar keinen Nachtheil für den gewöhnlichen Gebrauch derſelben, denn man kann ſich den Grad merken, auf welchen die Nadel einſpielt, und danach auf ſpäteren Standpunkten den Meßtiſch orientiren; indeſſen iſt es doch ſehr vortheilhaft, wenn auch ſie um die Achſe ihrer Doſe, und zwar wo möglich mit einer Mikrometerſchraube, w, gedreht werden kann. Zieht man nämlich, wenn die Bouſſolendoſe am Meßtiſche richtig orientirt iſt, was mit der Hand zu bewirken ſehr ſchwierig iſt, die Schraube f, welche in ihren verſtärkten Boden eingreift, feſt, ſo verrückt ſich in der Regel wieder die Doſe. Läßt ſich die letztere aber mittelſt einer Mikrometerſchraube um ihre Achſe bewegen, ſo kann die Nadel durch Hilfe der Lupe zum haarſcharfen Einſpielen vermocht werden. Die Einrichtung der Mikrometerſchraube iſt ganz dieſelbe des Lehmannſchen Stativs. Die gezahnte Scheibe uu, in welche ſie eingreift, befindet ſich am unteren Theile des Cylinders der Doſe. —

Obwohl Viele gegen den Gebrauch der Orientirbouſſole eifern, und dieſe auch in der That nicht zuverläſſig iſt, wenn es ſich um die genaue Beſtimmung von Winkeln handelt, ſo iſt ſie doch zur vorläufigen Orientirung des Meßtiſches ein höchſt brauchbares Inſtrument, deſſen Werth bei einer militairiſchen Aufnahme noch durch manche, ſpäter näher zu erörternde, Vortheile bedeutend erhöht wird.

§. 191. An der Orientirbouſſole können folgende Fehler vorkommen: Prüfung der Richtigkeit der Orientirbouſſole.

1) die Magnetnadel nicht überall die Hälfte des Gradringes abſchneiden. Man entdeckt den Fehler, wenn man die Doſe ſo herumdreht, daß die Nadel mit der Nordſpitze ſucceſſive auf jeden Theilſtrich von 5 zu 5° einſpielt; zeigt ſodann die Südſpitze die entgegengeſetzten Grade, alſo 185, 190, 195° ꝛc., wenn die Nordſpitze auf 5, 10, 15° ꝛc. einſpielt, ſo iſt dieſer Fehler nicht vorhanden. Zeigt ſich letzterer aber, ſo kann er in nicht ſenkrechter Stellung des Stiftes, in unrichtiger Lage des Hütchens oder in mangelhafter Eintheilung des Gradringes begründet ſein, mithin nur durch einen Mechanikus beſeitigt werden;

2) die Nadel nicht gehörig äquilibrirt ſein, d. h. keine horizontale Lage haben, ein Fehler, dem durch die Erſchwerung der einen Nadelſpitze, durch ein wenig daran geklebtes Wachs, leicht abgeholfen werden kann;

3) die Magnetnadel träge oder faul sein, d. h. sich nicht frei auf dem Stift bewegen, und wenn sie abgelenkt ist, nicht genau wieder nach der Stelle zurückkehren, auf der sie vor der Bewegung stand. Man erkennt diesen Fehler, wenn man die Bousole sanft um die Achse der Dose bewegt, und wenn sodann die frei schwebende Nadel nicht unbeweglich ihre gegen den magnetischen Norden gerichtete Stellung behält. Oder wenn man alles Eisen aus der Nähe der Bousole entfernt, die Nadel ruhig einspielen läßt, und sich die Stelle merkt, auf welche die Nordspitze zeigt, hierauf ein Stück Stahl oder Eisen der Nadel nähert, diese mehr oder weniger ablenkt, dann den Stahl oder das Eisen plötzlich fortnimmt und sieht, ob die Nadel nach mehreren Schwingungen, und wenn sie zur Ruhe gekommen ist, wieder auf die Stelle einspielt, auf welche sie vorher zeigte. Je größere Schwingungen sie nach der Entfernung des Eisens macht, je länger es dauert, ehe sie sich beruhigt, und je schneller sie die Annäherung jenes Metalls markirt, desto empfindlicher ist die Nadel. Hat sie sich bei dieser Prüfung aber als träge ausgewiesen, so kann dies dreierlei Ursachen haben, entweder ist das Hütchen durch die Stiftspitze ausgebohrt, oder die letztere stumpf geworden, oder aber die Nadel hat ihre magnetische Kraft verloren. Der erstere Fehler kann nur durch den Mechanikus beseitigt werden, dem anderen aber durch sorgsames Anschleifen des herausgenommenen Stahlstiftes auf einem Schleif- oder Sandstein, wie dem letzteren durch das Bestreichen der Nadel mit einem künstlichen oder natürlichen Magnet sofort abgeholfen werden. Beim Bestreichen der Nadel mit dem Magnet ist jedoch zu bemerken, daß jeder Pol desselben in dem damit bestrichenen Theile der Nadel die Eigenthümlichkeit des entgegengesetzten Pols erweckt, d. h. die Spitze der Nadel, welche mit dem Nordpol des Magnets bestrichen ist, zeigt nach Süden, dagegen diejenige, welche mit dem Südpol bestrichen wird, nach Norden.

Bemerkungen über den magnetischen u. wahren Norden, die Declination und Inclination der Magnetnadel.

§. 192. Vielfache Erfahrungen beim Gebrauche der Magnetnadel haben gelehrt, daß die Spitzen der letzteren nicht nach dem wahren Nord- und Südpol, sondern nach zwei von ihnen abweichenden und einander entgegengesetzten Polen zeigen, welche man die magnetischen Pole der Erde nennt, und daß diese Abweichung vom wahren Meridian nicht nur an jedem Orte der Erde eine andere, bald östlich, bald westlich, sondern selbst für ein und denselben Ort, im Fortgange der Zeit, bald mehr

bald weniger bedeutend, ja selbst zu verschiedenen Tageszeiten verschieden ist. Diese merkwürdige Erscheinung ist unter dem Namen der Declination der Magnetnadel bekannt, und der Winkel, den die magnetische Achse mit dem wahren Meridian oder der Mittagslinie eines Ortes macht, wird der Declinationswinkel genannt. Für Berlin und Umgegend beträgt er gegenwärtig fast $17\frac{1}{2}°$. Im Jahre 1670 war er 0°. Von dieser Zeit an wurde die Abweichung westlich, während sie vorher östlich gewesen war, und um das Jahr 1800 erreichte sie das Maximum ihrer Größe, $17\frac{1}{2}°$. Seitdem ist eine Abnahme des Declinationswinkels bemerkt worden, und nach den früheren Erfahrungen darf vermuthet werden, daß er wieder 0° und dann östlich wird. — Fortgesetzte genaue Beobachtungen haben ferner gezeigt, daß die täglich wiederkehrende Bewegung der Magnetnadel fast ganz regelmäßig ist. Von 8 oder 9 Uhr des Morgens bis 1 oder 2 Uhr Nachmittags wächst der Declinationswinkel, dann steht die Nadel still, geht darauf successive wieder zurück, über den vorigen Punkt hinaus, bis sie am nächsten Morgen wieder ihre vorige Stellung einnimmt. Nächstdem wirken Wärme und Kälte, die Witterung und besonders die Electricität auf die Bewegung und magnetische Kraft der Nadel ein. So wird dieselbe unter anderem durch Gewitter und Nordlichte irritirt.

Eine genau aequilibrirte Nadel schwebt, nachdem sie mit dem Magnet bestrichen ist, nicht mehr vollkommen horizontal, sondern sie neigt auf unserer nördlichen Halbkugel ihre nördliche Spitze, und zwar desto merklicher, je größer der Breitengrad ist. Dies wird die Inclination der Magnetnadel genannt. Die Inclination ist ebenfalls veränderlich, an einem Orte größer, an einem anderen derselben Breite geringer, an manchem gar nicht bemerklich, und interessirt uns nur in so fern, als die Magnetnadeln von Hause aus so angefertigt werden müssen, daß ihr einer Theil etwas schwerer als der andere ausfällt.

§. 193. Die Declination der Magnetnadel macht es nothwendig, daß man beim Gebrauche der Orientirbouſſole nicht nur stets die wahre von der magnetischen Nordlinie unterscheide, sondern auch auf die Fehler, die während der Dauer einer täglichen Vermessung durch die veränderliche Stellung oder Bewegung der Nadel von Nord gegen West erzeugt werden können, Rücksicht nimmt. Soll dies aber geschehen, so ist es vor allen Dingen nöthig, die wahre Nord- oder Mittagslinie für

Ermittelung der wahren Nordlinie u. der Größe des Declinationswinkels.

jeden Ort ermitteln zu können, denn ist sie gefunden, so ergiebt sich der Declinationswinkel, und mithin die Abweichung der Magnetnadel, aus der Beobachtung der Orientirbouſſole sehr leicht.

1) Zur Ermittelung der wahren Nordlinie kann man sich zwar jedes Himmelskörpers, der Sonne oder irgend eines Sterns bedienen, da er bekanntlich bei seiner scheinbaren Bewegung von Osten gegen Westen in der Meridianebene des Ortes am höchsten steht oder culminirt. Allein, da eine solche Beobachtung der Sterne, durch gewöhnliche Meßinstrumente, mit großen Schwierigkeiten verknüpft ist, die Culmination der Sonne aber sich aus der Kürze des Schattens, den irgend ein von ihr beleuchteter Körper wirft, erkennen läßt, so beobachtet man auch in der Regel nur die Sonnenculmination, und bestimmt nach der Richtung jenes kürzesten Schattens die Mittags- oder wahre Nordlinie. Folgende Verfahrungsarten lassen sich dabei anwenden:

a. Man steckt auf einer horizontalen Bodenfläche, an einem heiteren, windstillen Tage einen möglichst langen, vollkommen geraden Stock senkrecht in die Erde, schlägt um denselben, mittelst des Erdzirkels, einen Kreis, bemerkt sich in letzterem die Punkte, auf welche der Schatten des Stockes beim Auf- und Untergange der Sonne fällt, verbindet beide Punkte durch eine gerade Linie, die zugleich eine Sehne des Kreises bildet, und halbirt diese, so ist die Linie vom Stabe bis zum Halbirungspunkte die Mittagslinie, in deren Alignement der Meßtisch aufgestellt und orientirt werden kann. Oder

b. Man steckt, wie im ersten Fall, an einem ruhigen und heitern Tage einen langen, geraden Stock senkrecht in die Erde, beobachtet einige Stunden vor und einige Stunden nach Mittag den Schatten desselben, und bezeichnet fortwährend den Endpunkt der Schattenlinie durch einen feinen Strich, wodurch eine Kurve entsteht. Man schlägt hierauf um den Stab und durch die Kurve einen Kreisbogen, verbindet die Durchschnittspunkte beider Linien mit einander durch eine gerade Linie, die zugleich eine Sehne des Kreises bildet, und halbirt die letztere, so liegt im Alignement des Halbirungspunktes und Stabes die Mittagslinie. Als Probe kann man untersuchen, ob die Linie vom Stabe über den Halbirungspunkt der Sehne hinaus bis zur Kurve den geringsten Abstand der letzteren vom Stabe anzeigt. Ist dies der Fall, so kann man sich auf das gefundene Resultat schon sicherer verlassen. — Beide Verfahrungsarten

können jedoch kein mathematisch genaues Resultat geben, weil die Werkzeuge, mit denen sie ausgeführt werden, zu roh sind, und daher nur Anwendung finden, wenn für eine wenig umfangreiche Vermessung die Lage des Meridians bestimmt werden soll. Genauer ist schon das folgende Verfahren.

c. Man stellt den Meßtisch bei ruhigem, klaren Wetter horizontal auf, zieht auf der Ebene des weißen Papiers mit Radien von etwa 6, 7 und 8″ drei concentrische Kreise und steckt senkrecht in den Mittelpunkt derselben einen Stift, oder stellt eine dreiseitige schiefe Pyramide mit verhältnißmäßig kleiner Grundfläche und einer senkrechten Seitenkante so an den Mittelpunkt, daß die dieser Kante gegenüber liegende Seitenfläche parallel mit der muthmaßlichen Mittagslinie läuft. Stift und Pyramide müssen etwa so lang sein, wie der Radius des äußersten Kreises, damit ihr Schatten Morgens und Abends über den äußersten Kreis hinaus, Mittags aber ein Stück innerhalb des innersten Kreises fällt. Sodann beobachtet man den Schatten dieser Körper, und bemerkt genau die Stelle im äußersten Kreise durch einen Nadelstich, wo der Endpunkt der Schattenlinie, während des Durchgangs durch diese Kreislinie, hinfällt. Eben so bezeichnet man den Durchgangspunkt im zweiten und dritten Kreise Vormittags, und im dritten, zweiten und ersten Kreise Nachmittags. Hat der Schatten des im Mittelpunkt aufgestellten Körpers sämmtliche Kreise passirt und repassirt, so verbindet man die beiden Durchgangspunkte (Nadelstiche) im ersten Kreise durch eine gerade Linie, und eben so diese Punkte im zweiten und dritten Kreise, halbirt die hierdurch entstandenen Sehnen, und verbindet endlich den Halbirungspunkt der äußersten Sehne, welche dem innersten Kreise angehört, mit dem Mittelpunkt durch eine gerade Linie, dann ist diese die gesuchte wahre Nordlinie, wenn sie genau durch die Halbirungspunkte der beiden anderen Sehnen geht. Trifft sie die Halbirungspunkte der letzteren nicht, oder liegen nicht wenigstens zwei dieser Punkte mit dem Mittelpunkte der Kreise in einer geraden Linie, so muß das Verfahren wiederholt werden. Ist dasselbe mit der größtmöglichsten Genauigkeit ausgeführt, so würde es untrüglich sein, wenn die Papierfläche der Tablette vollkommen eben wäre, der Schatten nicht einen Nebenschatten hätte, der die Bezeichnung des Durchgangspunktes durch die Kreise erschwert, und wenn man den Stift oder die senkrechte Kante der Pyramide genau im Mittelpunkt der Kreise und vollkommen senkrecht aufstellen könnte. Letzteres ist jedoch

bei der geringen Länge des Stiftes und bei der Dicke, die er nothwendig haben muß, wie bei der Pyramide, wegen der Unvollkommenheit unserer Werkzeuge, nicht immer haarscharf zu erreichen, und daher diese Verfahrungsart unter vielen anderen nur die bessere, mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit für sich. — Ist die wahre Nordlinie gefunden, so legt man das Diopterlineal daran, und bemerkt sich entweder einen entfernten Punkt am Horizont, der vom Haar des Objectivdiopters gedeckt wird, oder läßt in der Visirlinie zwei Stäbe senkrecht errichten, um das Alignement der Mittagslinie fest zu legen.

d. Sollte man am Tage durch einen bewölkten Himmel, durch unruhiges Wetter und andere Störungen abgehalten werden, die Lage der wahren Nordlinie zu bestimmen, so kann man dieselbe auch während der Nacht in der Richtung auf den Polarstern abstecken. Stände der letztere in der Verlängerung der Erdachse, so wäre die Aufgabe ohne Weiteres zu lösen. Der Polarstern p, Fig. 110, hat indessen eine abweichende Stellung, beschreibt täglich um den arktischen Himmelspol einen Kreis, und geht folglich täglich zweimal durch die Ebene, welche wir uns durch die Erdachse und den Meridian des Ortes, in welchem wir uns befinden, gelegt und bis zum Himmelspol verlängert denken können. Der Polarstern passirt aber diese Ebene, und steht mithin in der Richtung des wahren Norden, zugleich mit dem Sterne Alioth a, dem ersten im Schwanze des großen Bären, d. h, dem Sterne, welcher den in einem Viereck stehenden dieses Sternbildes am nächsten ist. Um nun diesen Augenblick wahrzunehmen, errichtet man ein Loth, b c, beobachtet, in einiger Entfernung hinter demselben stehend, den Polarstern und den Alioth, und läßt, wenn das Loth beide Sterne deckt, in der Richtung nach ihnen ein Alignement abstecken. — Es versteht sich von selbst, daß auch diese Beobachtung nur bei ganz stillem Wetter, bei welchem das Bleiloth ganz ruhig hängt, geschehen kann, und daß sie, wenn sie mit Genauigkeit ausgeführt und zur Probe einigemal wiederholt wird, ein untrügliches Resultat geben muß.

2) Bestimmung der Größe des Declinationswinkels. Ist nach einer der vorstehenden Methoden die wahre Nordlinie gefunden, und eine auf dem Meßtische gezogene gerade Linie nach der letzteren, oder, wenn eine trigonometrische Vermessung vorangegangen ist, auf eine andere Weise,

die wir später kennen lernen werden, orientirt, so nimmt man die Orientirbouſſole und dreht ihre Doſe ſo lange auf der Meſſingplatte herum, bis die Magnetnadel parallel mit zwei ſich gegenüber liegenden Seiten der letzteren einſpielt.

a. Hat die Orientirbouſſole I., Fig. 111, eine Gradeintheilung, ſo ſtellt man ſie ſo auf den Meßtiſch und an die Nordlinie N S, daß eine der bezeichneten Seitenlinien a b jener Platte ſcharf an der Nordlinie liegt, dann wird die Nadel, wenn ſie in Ruhe gekommen iſt, den Winkel bezeichnen, welchen die magnetiſche mit der wahren Nordlinie macht. Spielte ſie z. B. auf $342\frac{1}{8}°$ ein, ſo würde der Declinationswinkel $360 - 342\frac{1}{8} = 17\frac{1}{8}°$ weſtlich ſein.

b. Hat die Orientirbouſſole II. keine Gradeintheilung, ſo bringt man eine der mit der Nordlinie auf dem Boden der Doſe parallellaufenden Seiten c d der Bouſſolenplatte in Berührung mit der auf dem Meßtiſche befindlichen wahren Nordlinie N S, dreht die Orientirbouſſole ſo lange, bis die Magnetnadel die Linie auf dem Doſenboden genau deckt, zieht ſodann längs der bezeichneten Seite der Bouſſolenplatte eine gerade Linie, e f, durch den Meridian N S des Meßtiſches, nimmt die Bouſſole weg, mißt mit dem Transporteur den Winkel e o N jener beiden Linien, und erhält dadurch den Declinationswinkel in Zahlen ausgedrückt. — Will man endlich dieſe Orientirbouſſole zur Orientirung des Meßtiſches nach der wahren Nordlinie benutzen, ſo ſchraubt man die Bouſſole an den, nach dem gefundenen wahren Meridian richtig orientirten, Meßtiſch, dreht ſie ſo lange um ihre Achſe herum, bis die Nadel auf die Nordlinie einſpielt, und ſtellt ſie ſodann feſt. Läßt ſie ſich nicht um ihre Achſe bewegen, ſo bleibt kein anderes Mittel übrig, als von der Doſe das Glas und vom Stifte die Magnetnadel abzunehmen, und auf dem Doſenboden an die Nordlinie den Declinationswinkel ſo anzutragen, daß der Stift im Scheitelpunkte deſſelben, und der Meßtiſch orientirt ſteht, wenn die Magnetnadel dieſen Schenkel des Declinationswinkels deckt.

## 7. Die Bouſſole zum Winkelmeſſen.

### (Fig. 112.)

§. 194. Die Bouſſole eignet ſich nicht zu größeren militairiſchen Vermeſſungen, weil ihr Gebrauch lediglich auf der Richtung der Magnetnadel begründet iſt, dieſe Richtung aber, nach §. 192, nicht nur an verſchiedenen Orten, ſondern auch

Beſchreibung der Bouſſole.

an demſelben Orte im Fortgange der Zeit und in verſchiedenen Tageszeiten verſchieden iſt. Man wird ſich ihrer daher nur ausnahmsweiſe dort zu wenig umfangreichen militairiſchen Vermeſſungen bedienen, wo man kein anderes Inſtrument zum Winkelmeſſen zur Hand hat. Häufiger iſt ihre Anwendung zu ökonomiſchen Vermeſſungen, bei welchen die kleinen Abweichungen der Magnetnadel auf einander nahe liegenden Orten und bei der Kürze der zu vermeſſenden Linien, entweder gar nicht bemerkt werden oder doch, unbeſchadet der Richtigkeit, außer Acht gelaſſen werden können. Sie beſteht:

a. Aus einer Büchſe oder Doſe, abc, mit Stift, Magnetnadel, Gradring und Vorrichtung zur Arretirung, die gerade ſo eingerichtet und nur größer iſt als die Büchſe der Orientirbouſſole. — Die Magnetnadel, der Hauptheil dieſes Inſtrumentes, iſt in der Regel 4 bis 5″ lang, genau aequilibrirt und bis zum Maximum magnetiſirt, denn von ihrer Empfindlichkeit hängt die Brauchbarkeit der Bouſſole ab. Der Gradring iſt in halbe, wo möglich auch in viertel, Grade getheilt.

b. Aus einer meſſingenen Bouſſolenplatte, de, auf welche die Büchſe mittelſt 4 kleiner Schrauben unbeweglich feſt geſchroben wird. Sie gleicht jener der Orientirbouſſole, nur hat ſie in der Richtung des Diameters des Gradringes, welcher durch die Theilſtriche für 180 und 360° geht, zwei Anſätze, d und e, mit doppelt durchbrochenen Dioptern, fg und hi, durch welche man, ohne die Bouſſole um ihre Achſe zu drehen, ſowohl vor- als rückwärts viſiren kann. Der Abſtand der Diopter von einander darf nicht unter 10″ betragen. Die letzteren können vermittelſt Scharniere horizontal niedergelegt oder ſenkrecht aufgeſtellt werden. Die Diopterebene muß vertikal auf der Kreisebene des Inſtrumentes und der Bouſſolenplatte ſtehen, genau durch den Mittelpunkt des Gradringes, durch die Theilſtriche für 180 und 360° und durch die auf dem Boden der Doſe verzeichnete Nordlinie gehen. Mit letzterer laufen zwei ſich gegenüber liegende Randlinien, kl und mn, der Bouſſolenplatte parallel. — Unter der Bouſſolenplatte iſt in der Achſe der cylinderförmigen Doſe, zur Verbindung des Inſtrumentes mit einem Stativ, ein Hohl- oder Vollcylinder befeſtigt, der nöthigenfalls aber abgeſchroben werden kann.

c. Aus einem Stativ, welches dem des Meßtiſches vollkommen gleich iſt, bei den älteren Bouſſolen, aber häufig

einen Kopf mit Nußgelenk hat. Die feineren Drehungen der Bouſſole werden durch eine Mikrometerſchraube bewirkt.

Prüfung der Richtigkeit der Bouſſole.

§. 195. Die an dieſem Inſtrumente vorkommenden Fehler ſind:

1) Bouſſolenfehler, die auf gleiche Weiſe, wie bei der Orientirbouſſole, gefunden und weggeſchafft werden. Ganz beſondere Beachtung verdient es indeſſen, ob die Spitze des Stiftes, auf dem ſich die Magnetnadel bewegt, genau im Mittelpunkt des Kreisringes ſtehe, weil ſonſt die Winkel excentriſch gemeſſen werden müßten. Dieſer Fehler ergiebt ſich, wenn man die Bouſſole behutſam um ihre Achſe herumdreht, und beobachtet, ob die Spitzen der Magnetnadel auf correſpondirende, immer um 180° von einander entfernte Theilſtriche einſpielen. Iſt dies nicht der Fall, ſchneidet die Mittellinie der Magnetnadel auf der einen Seite einen größeren, auf der anderen einen kleineren Theil des Gradringes ab, während ſie mit dem Diameter des letzteren parallel läuft, ſo ſteht die Spitze des Stiftes nicht im Mittelpunkte der Gradeintheilung. Dreht man die Doſe ſo lange um ihre Achſe herum, bis der Fehler 0 wird, ſo wird die Nadel auch an einem ihrer Enden ſich mit der Spitze mehr dem Gradring genähert haben als an dem anderen. Setzt man die Bewegung der Doſe um ihre Achſe fort, ſo wird der Fehler bald wieder ſichtbar werden, allmählig wachſen, ſein Maximum erreichen, wenn die Nadel einen Winkel von 90° mit ihrer vorigen Stellung beſchreibt, dann ſucceſſive abnehmen, und endlich gänzlich verſchwinden, wenn die Nadel oder vielmehr die Doſe ſich um 180° herumgedreht hat. In dieſer Stellung wird das Ende der Magnetnadel, welches vorhin dem Gradring am nächſten ſtand, von demſelben am meiſten entfernt ſein.

2) Fehler der Gradeintheilung. Man ermittelt ſie, indem man, wie vorhin, die Doſe behutſam um ihre Achſe dreht und beobachtet, ob beide Spitzen der Magnetnadel auf correſpondirende und auf um 180° von einander entfernte Theilſtriche einſpielen. Geſchieht dies nicht, und iſt kein beſtimmtes Geſetz für die Abweichung aufzufinden, ſo iſt die Theilung des Gradringes mangelhaft, und der letztere muß durch einen anderen erſetzt werden.

3) Nicht parallele Lage des Gradringes mit der Bouſſolenplatte; ein Fehler, der entweder, wenn die Bouſſolenplatte horizontal geſtellt iſt und die genau äquilibrirte Nadel ſich nicht in der Ebene der Gradeintheilung bewegt, eine falſche Ableſung des gemeſſenen Winkels bewirken kann, oder der,

wenn der Gradring nach der horizontalſchwebenden Magnetnadel horizontal geſtellt iſt und die Diopterebene nicht vertikal ſteht, veranlaßt, daß kein Winkel in ſeiner Horizontalprojection gemeſſen wird. Er iſt durch Drehung der horizontal geſtellten Bouſſole um die Achſe ihrer Doſe leicht zu ermitteln, und durch Unterlegen eines oder mehrerer dünner Stückchen von Kartenpapier, an der Stelle, wo der Ring ſich am meiſten neigt, leicht zu beſeitigen.

4) Diopterfehler, welche auf dieſelbe Weiſe gefunden und weggeſchafft werden, wie am gewöhnlichen Diopterlineal.

5) Stativfehler, über welche wir ſchon ausführlich bei Gelegenheit des Meßtiſches geſprochen haben, und endlich

6) kann der Cylinder unter der Bouſſolenplatte nicht genau in der Achſe der Doſe ſtehen, ein Fehler, der ſchwierig zu entdecken iſt, und eine excentriſche Meſſung der Winkel zur Folge hat.

Gebrauch der Bouſſole zur Winkelmeſſung ꝛc.

§. 196. Soll mit der Bouſſole irgend eine Meſſung ausgeführt werden, ſo muß das Inſtrument vor allen Dingen mit Hilfe der Waſſerwage *) in eine vollkommen horizontale Lage gebracht, und entweder über dem Scheitelpunkt des zu meſſenden Winkels ſo aufgeſtellt werden, daß derſelbe und der Bouſſolenſtift in einer Vertikallinie liegen, oder es muß, wenn man ſich nicht im Scheitelpunkt aufſtellen kann, die Diopterebene genau in die Vertikalebene der Schenkel des zu meſſenden Winkels eingerichtet werden.

Im erſten Falle, wenn man ſich im Scheitelpunkt B, Fig. 113, des zu meſſenden Winkels aufſtellen kann, läßt man, ſobald man dem Inſtrumente die oben erwähnte Stellung gegeben hat, die Magnetnadel frei ſpielen, und dreht die Bouſſole ſo lange herum, bis der Gegenſtand A von dem Haare des Objectivdiopters in ſeiner Achſe geſchnitten wird, lieſ't, wenn ſich die Nadel beruhigt hat, vom Gradringe die Zahl des Grades und Gradtheiles ab, auf welchen die Spitze der Nadel einſpielt, und bemerkt ſich dieſelbe. Hierdurch erhält man den Winkel, den dieſer Schenkel mit der magnetiſchen Nordlinie macht und den man den Declinationswinkel der Viſirlinie nennt. Alsdann dreht man die Bouſſole, bis die Mittellinie des Gegenſtandes

*) Auch kann man den horizontalen Stand der Bouſſole und zugleich beurtheilen, ob letztere ſich horizontal um ihre Achſe bewegen läßt, wenn man ſie auf dem Stativ ſucceſſive herum bewegt, und ſieht, ob ſich die Spitze der Magnetnadel mit allen Punkten des Gradringes gleich hoch oder in einer Ebene, welche horizontal liegt, befindet.

B. in die Dioptereebene kommt, und merkt ſich wieder, wenn die Nadel zur Ruhe gelangt iſt, die Zahl des Grades und Gradtheiles, auf welchen die Spitze der Magnetnadel zeigt, und erhält dadurch den Declinationswinkel dieſer Viſirlinie und durch die Summe oder Differenz beider Declinationswinkel die Größe des gemeſſenen Winkels. — In Bezug auf die Lage der Schenkel des letzteren zur magnetiſchen Nordlinie, oder bei der Berechnung der Größe des zu meſſenden Winkels, können 3 Fälle vorkommen:

1) der eine Schenkel v N Fig. 108, liegt in der Richtung der magnetiſchen Nordlinie von Süden nach Norden und hat mithin keinen oder einen Declinationswinkel von 0°; der andere gegen Oſten, wie v O, oder gegen Südoſten, wie v r. Dann erhält man die Größe des gemeſſenen Winkels N v O oder N v r durch den Declinationswinkel des letzteren Schenkels oder durch unmittelbare Ableſung vom Gradringe. Z. B. Declinationswinkel des Schenkels v N = 0°, Declinationswinkel des Schenkels v r = 125°, Größe des gemeſſenen Winkels N v r = 125°;

2) der eine Schenkel liegt gegen Oſten, Südoſten, oder Süden wie v O, v r oder v S; der andere Schenkel gegen Süden, Weſten, oder gegen Nordweſten, wie v S, v W oder v r'; dann erhält man die Größe des gemeſſenen Winkels durch Subtraction des kleineren von dem größeren Declinationswinkel der Viſirlinien. Z. B. Declinationswinkel des Schenkels v r = 125°; Declinationswinkel des Schenkels v W = 270°; Größe des gemeſſenen Winkels r v W = 270 — 125° = 145°; *)

3) der eine Schenkel fällt links gegen Nordoſten wie v r', der andere rechts gegen Oſten der magnetiſchen Nordlinie, wie v O, ſo erhält man die Größe des gemeſſenen Winkels durch Subtraction und Addition, indem man nämlich die Zahl des größeren Declinationswinkels von 360° abzieht, und zu dem Reſte die Zahl des kleineren Declinationswinkels hinzu addirt. Z. B. Declinationswinkel des Schenkels v r' = 315°, Declinationswinkel des Schenkels

*) Da bei den Bouſſolen die Grade in fortlaufender Zahlenreihe von der linken zur rechten Hand beſchrieben ſind, ſo wird die Richtung der Viſirlinien zugleich mit dem Grade ihres Declinationswinkels beſtimmt. Ein Declinationswinkel von 90° zeigt daher eine öſtliche, von 180° eine ſüdliche, von 270° eine weſtliche Richtung einer Linie oder eines Schenkels an.

$v\,0 = 90°$. Größe des gemeſſenen Winkels $360° - 315° + 90° = 45° + 90° = 135°$.

Im anderen Fall, wenn man ſich nicht im Scheitelpunkt des zu meſſenden Winkels aufſtellen kann, errichtet man das Inſtrument in irgend einem beliebigen Punkte des Alignements eines Schenkels AB, Fig. 114 oder 115, ſo daß die Diopterebene in der Vertikalebene deſſelben liegt und bemerkt ſich den Declinationswinkel dieſer Viſirlinie. Darauf geht man nach irgend einem beliebigen Punkt E im Alignement des anderen Schenkels BC, ſtellt dort die Bouſſole, wie vorhin, auf, und merkt ſich den Declinationswinkel, ſo wird der gemeſſene Winkel

1) wenn deſſen Schenkel zu beiden Seiten der magnetiſchen Nordlinie dc, wie AB und BC, Fig. 114, liegen, gleich ſein dem kleineren Declinationswinkel v plus der Differenz zwiſchen dem größeren convexen Declinationswinkel x und 360° oder $\angle ABC = v + (360° - x)$; denn $360° - x = p = q$, weil die Lage der magnetiſchen Nordlinie in E parallel der in B oder $cf \parallel cd$; ferner $\angle v = \angle w$, weil aus eben den Gründen $ab \parallel ed$; folglich $v + p = w + q = ABC$;

2) wenn die Schenkel des gemeſſenen Winkels auf eine Seite der magnetiſchen Nordlinie cd, wie AB und BC, Fig. 115, fallen, ſo iſt die Differenz zwiſchen dem größern und kleinern Declinationswinkel, gleich der Größe jenes gemeſſenen Winkels, oder $\angle ABC = p - v$, denn da die magnetiſche Nordlinie in D parallel derſelben Linie in B, alſo $ab \parallel cd$, ſo iſt auch $\angle v = \angle w$, und da aus ebendenſelben Gründen $cf \parallel cd$, ſo iſt $\angle p = q$; folglich $p - v = q - w = ABC$.

Es ergiebt ſich hieraus, daß zur Meſſung eines Winkels, in deſſen Scheitelpunkt man ſich nicht aufſtellen kann, die Bouſſole bequemer iſt, als der Meßtiſch. Bei ihrem Gebrauche hat man nicht nöthig, ſich im zweiten Standorte nach dem verlaſſenen im erſten Schenkel zu orientiren, und erhält durch einfache Meſſung wie durch Addition oder Subtraction der Declinationswinkel die Größe des gemeſſenen Winkels.

Zum Abſtecken von Perpendikeln, beliebigen Winkeln und Figuren, wie v. Parallelen.

§. 197. Daß man die Bouſſole auch zum Abſtecken von Perpendikeln, beliebigen Winkeln und Figuren, wie von Parallelen benutzen könne, ergiebt ſich aus ihrer Einrichtung von ſelbſt. Man verfährt dann ganz ähnlich wie mit dem Meßtiſch und Diopterlineal. (§. 187) — Soll z. B. ein Perpendikel

im Punkte D, Fig. 114, der Linie AB errichtet werden, so stellt man die Bouſſole so über dieſen Punkt, daß derſelbe mit dem Stifte, auf dem die Magnetnadel ſchwebt, in einer vertikalen Linie liegt, bringt die Diopterebene in das Alignement AB und merkt ſich deſſen Declinationswinkel v. Hierauf dreht man die Bouſſole ſo weit um ihre Achſe herum, bis die Magnetnadel, wenn ſie zur Ruhe gekommen iſt, einen um 90° größeren Declinationswinkel anzeigt, und errichtet dann in der Diopterebene ſenkrecht einen Stab F, ſo wird DF der verlangte Perpendikel auf AB ſein. — Soll eine Parallele mit einem gegebenen Alignement AB, Fig. 114, durch ein anderes Alignement DF ſo gelegt werden, daß ſie einen beſtimmten Punkt C trifft, ſo ermittelt man zunächſt den Declinationswinkel v des erſten Alignements AB, geht dann im anderen Alignement DF ſo lange fort, bis man einen Punkt gefunden hat, welchen man für denjenigen hält, durch den die Parallele gelegt werden muß, wenn ſie den gegebenen Punkt C treffen ſoll. Hier ſtellt man die Bouſſole auf, dreht ſie ſo lange um ihre Achſe herum bis die Nadel den bekannten Declinationswinkel v anzeigt, viſirt durch die Diopter, und ſieht ob die Geſichtslinie den Punkt C trifft. Iſt dies nicht der Fall, ſo geht man weiter; iſt man zu weit gegangen, wieder um etwas zurück, und ſo lange vor und zurück, bis man endlich einen Punkt G gefunden hat, von welchem aus die Viſirlinie, wenn die Magnetnadel den Declinationswinkel v anzeigt, durch den Punkt C geht, dann wird CG || AB ſein, weil a b || g h als magnetiſche Nordlinie und ∠ v = ∠ v'.

§. 198. Da man ſich indeſſen bei Meſſungen mit der Bouſſole nicht immer frei den Standort wählen kann, ſondern häufig gezwungen iſt, ſich an Orten zu ſtationiren (aufzuſtellen), welche Einfluß auf die Richtung der Magnetnadel ausüben, wie z. B. das Eiſenwerk eines Thurmes, Wieſen- oder andere im Boden liegende Eiſenerze, Moorgrund, Kiefernwaldungen ꝛc., und da ſelbſt während der Meſſung die Nadel träge werden und in der Atmoſphäre Veränderungen vorgehen können, welche dieſelbe irritiren, ſo muß man beim Gebrauche der Bouſſole ſehr vorſichtig ſein, denſelben wo möglich nur auf flache ſandige Gegenden und auf Beſtimmung der Lage kurzer Linien beſchränken, und die Meſſungen, bei denen irgend eine Störung der Nadel wahrſcheinlich war, von ſolchen unterſcheiden, die große Wahrſcheinlichkeit der Richtigkeit für ſich haben. Die erſteren dürfen unter keinen Umſtänden einer ferneren Meſſung zur

Bei Meſſungen mit der Bouſſole iſt große Vorſicht nöthig.

Grundlage dienen, weil sich sonst die Fehler weiter mittheilen, ja vergrößern würden. In gebirgigen Gegenden ist dies Instrument gar nicht zu gebrauchen.

Auftragen der gemessenen Winkel mit dem Transporteur und der Bousole.

§. 199. Das Auftragen der mit der Bousole gemessenen Winkel auf die Papierfläche kann entweder mit dem Transporteur oder mit Hilfe der Bousole selbst geschehen.

1) Mit dem Transporteur sind zwei Verfahrungsarten zulässig.

a) Man bestimmt auf dem Papier in einer Ecke oder auf einer Stelle, die man nicht weiter benutzen will, die Richtung der magnetischen Nordlinie durch eine feine Linie, legt den Durchmesser des Transporteurs daran, bezeichnet den Mittelpunkt des Kreises, so wie an der Peripherie des Gradbogens jeden Grad und Gradtheil durch einen senkrechten Stich einer feinen Stations- oder Punktirnadel, schlägt um den Mittelpunkt mit möglichst großen Radien 6 konzentrische Kreise in geringen Abständen von einander, und trägt in der Richtung der Radien zwischen die beiden äußersten Kreise die Viertelgrade, verlängert die Theilstriche für die halben Grade bis zum 3ten Kreise von Außen, für die ganzen Grade bis zum 4ten, für jeden 5ten Grad bis zum 5ten und für jeden 10ten Grad bis zum 6ten Kreise, stellt auf diese Weise die Gradeintheilung des Bousselenringes bildlich auf der Papierfläche dar und beschreibt sie demgemäß. Bemerkt man sich nun an der Peripherie der gezeichneten Gradeintheilung die gemessenen Declinationswinkel und zieht mit den Radien dieser Winkel und der gezeichneten Gradeintheilung durch Abschieben vermittelst Lineal und Triangel Parallellinien durch den auf der Papierfläche gegebenen Scheitelpunkt des gemessenen Winkels, so werden diese Linien stets denselben Neigungswinkel gegen die magnetische Nordlinie haben, den die gemessenen und an der gezeichneten Gradeintheilung bemerkten Declinationen erheischen. — Dies Verfahren ist indessen nur anzurathen, wenn sehr viele mit der Bousole gemessene Winkel aufgetragen werden sollen, weil die Construction der Gradeintheilung auf der Papierfläche ein zeitraubendes und sehr mühsames Geschäft ist. Es gewährt übrigens, wenn die Gradeintheilung einmal gezeichnet ist, den großen Vortheil, daß in einer sehr kurzen Zeit viele Declinationswinkel ohne irgend eine Hilfslinie mit großer Genauigkeit aufgetragen werden können, und daß man die Größe der gemessenen Winkel nicht berechnen darf, da bei der Arbeit nur die Declinationen ihrer Schenkel in Betracht kommen.

b) Man zieht durch jeden Punkt, an den ein mit der Bouſſole gemeſſener Winkel angetragen werden ſoll, eine Linie in der Richtung der magnetiſchen Nordlinie, legt den Transporteur ſo daran, daß ſein Mittelpunkt in jenen Punkt fällt, ſteckt an der Peripherie des Gradbogens mit einer feinen Stations- oder Punktirnadel die gemeſſenen Declinationswinkel ab, legt an die Nadelſtiche und den gegebenen Punkt ein Lineal und zieht längs der Schärfe des letzteren feine Bleiſtiftslinien, ſo werden dieſe die Schenkel des gemeſſenen Winkels in der richtigen Lage zur magnetiſchen Nordlinie darſtellen. — So einfach dies Verfahren auch iſt, ſo zeitraubend wird es, wenn viele Winkel aufgetragen werden ſollen, übrigens gewährt es auch nicht die Genauigkeit des erſteren Verfahrens, weil beim Anlegen des Transporteurs an die gezeichneten magnetiſchen Nordlinien und an den gegebenen Scheitelpunkt, ſo wie beim Abſtecken der Declinationswinkel, leicht Fehler begangen werden können.

2. Vermittelſt der Bouſſole. Man zieht durch irgend einen gegebenen Punkt, an welchen ein gemeſſener Winkel angetragen werden ſoll, eine feine Linie in der Richtung der magnetiſchen Nordlinie; ſchraubt von der Bouſſolenplatte den an ihrer untern Fläche befindlichen Voll- oder Hohlcylinder los, ſetzt das Inſtrument platt auf das Zeichnenpapier, bringt eine mit der auf dem Boden der Doſe verzeichneten magnetiſchen Nordlinie parallel laufende Kante k l, Fig. 112, an jene Linie und dreht das Papier mit dem Inſtrumente ſo lange herum, bis die Magnetnadel auf 0° einſpielt. Hierauf befeſtigt man das Papier, etwa vermittelſt Reißſtifte, auf dem Zeichnentiſche, von dem übrigens alle eiſerne und ſtählerne Zeichneninſtrumente und Geräthſchaften entfernt ſein müſſen, dreht die Bouſſole, bis die Spitze der Magnetnadel einen gemeſſenen Declinationswinkel anzeigt, zieht längs der oben bezeichneten Kante k l der Bouſſolenplatte eine feine Linie, beſchreibt ſie mit der Zahl der ihr zugehörigen Grade und fährt auf gleiche Weiſe fort, bis alle gemeſſenen Declinationswinkel ausgezeichnet ſind. Endlich zieht man vermittelſt des Lineals und Triangels mit jenen Declinationslinien durch die gegebenen Scheitelpunkte Parallellinien, wodurch man die Horizontalprojection aller gemeſſenen Winkel erhält. — Fixirt man die Bouſſolenplatte an jeden Scheitelpunkt durch eine Stationsnadel, die man, wenn die Magnetnadel richtig eingeſpielt hat, wieder entfernt, und hat die Stationsnadel die Magnet-

nadel nicht irritirt, ſo kann man unmittelbar durch jene Punkte längs der Bouſſolenplatte die Declinationslinien ziehen.

## 8. Die Patentbouſſole.

§. 200. Die Patentbouſſole, Fig. 116, von einem deutſchen Mechanikus Schmalkalder, in London, erfunden, iſt eine kleine in der Rocktaſche tragbare Bouſſole zum Winkelmeſſen, und zu flüchtigen militairiſchen Aufnahmen, von denen keine große Genauigkeit gefordert wird, ein höchſt brauchbares Inſtrument, weil ſie bei jeder Winkelmeſſung frei in der Hand gehalten werden kann. — Sie beſteht aus einer cylindriſchen Doſe A, in der ſich mit der Magnetnadel eine auf dieſe geklebte Kreisfläche B mit Gradeintheilung bewegt, und an deren Seitenwänden ein Objectivdiopter C und ein Ocular-diopter D, mit einem vergrößernden Glasprisma in einem meſſingenen Gehäuſe E, angeſchraubt ſind. Die Kreisfläche kann arretirt, durch eine Vorrichtung in ihrer freien Bewegung gehemmt und dadurch ſchneller beruhigt werden.

a) Die Doſe A, leicht aus Meſſing getrieben, $2\frac{3}{4}$″ im Durchmeſſer, $\frac{3}{4}$″ hoch, hat zwar keinen Gradring, aber in ihrer Mitte einen ſtählernen Stift, auf dem die Magnetnadel frei ſpielen kann, und iſt oben durch eine ebene Glasſcheibe geſchloſſen, welche durch eine abnehmbare Kapſel, den Doſendeckel, beim Transporte gegen das Zerdrücken geſchützt wird.

b) Die Kreisfläche B, auf welcher ſich die vermittelſt einer Kupferplatte verkehrt abgedruckte Gradeintheilung befindet, iſt aus Kartenpapier geſchnitten, und ſo auf die Magnetnadel geklebt, daß ihr Mittelpunkt über dem Stift, und der Nullpunkt der Gradeintheilung in der magnetiſchen Nordlinie liegt. Sonach ſteht die Gradeintheilung mit der Magnetnadel in einer feſten Verbindung, und beide drehen ſich auf dem Stift ſtets um gleiche Winkel.

c) Das Objectivdiopter C, ganz ſo wie das eines Lehmannſchen Diopterlineals geſtaltet, nur kleiner, etwa $2\frac{1}{4}$″ lang und kaum $\frac{1}{4}$″ breit, iſt an der äußeren Seite der Doſe durch 2 Schräubchen befeſtigt, und kann vermittelſt eines Scharniers ſenkrecht zur Glasſcheibe aufgerichtet oder auf die letztere niedergelegt werden. Ihm diametral gegenüber ſteht

d) das Ocular-diopter D, welches nicht ganz 1″ lang iſt, und, mit einem Scharnier verſehen, ſenkrecht aufgeſtellt, oder rückwärts bis zur äußern Bouſſolenwand niedergeklappt werden

den kann. *) Der Spalte a des Oculardiopters schließt sich unten ein Ocularloch b von etwa 2‴ im Durchmesser an. An der, dem Objectivdiopter zugekehrten, Seite des Oculardiopters ist ein messingenes Gehäuse E, in der Form eines rechtwinklig dreiseitigen Prisma's, vermittelst zweier kleiner Schräubchen c c befestigt. Die innern Seiten des Gehäuses sind schwarz lackirt; in der Mitte der untern Kathetenfläche, e d i f, welche, wenn das Diopter senkrecht aufgestellt ist, parallel mit der Glasscheibe der Bousſole läuft, befindet sich ein rundes Objectivloch o von $\frac{1}{4}$‴ im Durchmesser, das dann gerade über dem Limbus der Kreisfläche steht. — Die Hypothenusenfläche, e f g h, des prismatischen Gehäuses, welche einen Theil der Spalte des Ocular-diopters deckt, ist in der Diopterebene so weit eingesägt, daß man durch die ganze Spalte des Oculardiopters das Haar des Objectivdiopters sehen kann. — Das Gehäuse ist zur Aufnahme eines aus Glas geschliffenen Prisma's, l k m n p, bestimmt, dessen untere Kathetenfläche, m n p, convex ist, und welches den ganzen innern Raum des Gehäuses genau ausfüllt. — Schiebt man das Glasprisma in das Gehäuse, und verbindet man dieses mit dem Oculardiopter durch die genannten Schrauben, so kann man durch den Spalt des letzteren, durch das Glasprisma und dessen Gehäuse hindurch, das Haar des Objectivdiopters, und durch das Ocularloch in das Gehäuse hinein auf die, vermöge ihres schwarzen Anstrichs und des Glasprisma's spiegelnde, Hypothenusenfläche sehen. Fällt nun das Bild von einem Limbustheile durch das Objectivloch o, und zwar durch die untere convex geschliffene Fläche des Glasprisma's vergrößert, auf die spiegelnde Hypothenusenfläche unter einem Winkel von 45°, so wird dasselbe unter eben diesem Winkel von jener Fläche wieder zurück und in das Auge Dessen geworfen, der durch das Ocularloch der senkrecht stehenden Kathetenfläche in das Gehäuse hinein sieht. Das Bild des Limbustheiles erscheint also, wie in freier Luft schwebend, in der Richtung des Objectivdiopters, wird gleichzeitig mit dem Haar des letzteren, von dem es scheinbar berührt wird, und mit dem Gegenstande gesehen, mit dem das Haar zur Deckung gebracht ist. — Da nun die Zahlen der Gradeintheilung oder des Limbus durch die spiegelnde Hypothenusenfläche in das Auge des Beobachters fallen, so müssen sie auch, um leserlich zu sein, in verkehrter Lage auf die Kreisfläche ge-

*) Die Fig. 133 stellt das Oculardiopter mit Prisma (B) in dieser Lage, wie das Objectivdiopter (A D), auf die Glasscheibe niedergeklappt, dar.

ſetzt werden, und da man ferner, wenn man nach Norden ſieht, die Südſpitze der Magnetnadel vor ſich hat, durch das Prisma aber Norden ableſen muß, ſo iſt auch der mit N. (Norden) bezeichnete Nullpunkt der Kreisfläche über der Südſpitze der Magnetnadel befeſtigt, und weil endlich, wenn man gegen Oſten ſieht, die Weſtſeite der Scheibe unter dem Ocularloche liegt, man aber Oſten ableſen muß, ſo iſt auch die Weſtſeite der Scheibe mit Oſten und aus denſelben Gründen die Oſtſeite derſelben mit Weſten bezeichnet, und dem gemäß die Zahlenreihe der Grade in umgekehrter Ordnung auf die Kreisfläche geſchrieben. Um ferner durch das prismatiſche Ocular-diopter auch nach einem tiefer ſtehenden Gegenſtande über die Bouſſole hinweg ſehen, und um, je nachdem die Sehekraft des Beobachters, wegen der vergrößernden convexen Fläche des Glasprisma, es erheiſcht, das Auge dem Limbus näher oder ferner bringen zu können, iſt das Ocular-diopter dadurch zum Hoch- und Niedrigſtellen eingerichtet, daß ſein beweglicher Kloben q r ſich zwiſchen 2, durch 2 Schräubchen an die äußere Bouſſolenwand befeſtigte, unbewegliche Kloben, s t und u v, auf und niederſchieben und durch die Klemm- (Stell-) Schraube w in beliebiger Höhe feſtſtellen läßt. — Das Ocularloch o kann durch einen kleinen Schieber α, Fig. 133, geſchloſſen werden, damit kein Staub auf das Vergrößerungsglas fällt, oder das letztere beim Transport nicht leide. Die dem Auge zugekehrten Seiten der beiden Diopter ſind ſchwarz angeſtrichen, um jeden blendenden Sonnenſtrahl abzuwehren. —

e) Die Vorrichtung zur Beruhigung beſteht aus einer Feder, welche an eine der innern Seitenwände der Doſe angeſchroben iſt, und aus einem auf ihr ruhenden, durch die Doſenwand gehenden Stift, der außerhalb ein Knöpfchen X trägt. Vermittelſt eines Drucks auf das Knöpfchen kann die Feder gegen den Umkreis der Kreisfläche ſanft gedrückt und wieder losgelaſſen werden. Man läßt ſie in Wirkſamkeit treten, wenn die Nadel und die darauf befindliche Kreisfläche beim Halten des Inſtrumentes in freier Hand zu beweglich ſein ſollte. Drückt man auf das Knöpfchen, ſo ſchmiegt ſich die Feder der Kreisfläche an, mildert deren raſche Bewegung und bewirkt ſomit ein ſchnelleres Einſpielen der Nadel.

f) Die Vorrichtung zur Arretirung F iſt bei dieſer Bouſſole eben ſo wie bei den übrigen beſchaffen. — Um die Patentbouſſole auch zugleich als Orientirbouſſole benutzen zu können, iſt es vortheilhaft ſie auf

g) ein Brettchen von Ebenholz oder ein Plättchen

von Meſſing GH zu ſetzen, und ſie darauf entweder durch vier vertikalſtehende Kloben mit horizontalen Klemmſchrauben, z z, oder durch eine in ihre Achſe greifende Vertikalſchraube zu befeſtigen. Durch die Mitte des Brettchens geht eine Linie α β, welche genau parallel mit deſſen Seitenlinien läuft, zugleich durch den Mittelpunkt der Bouſſole geht, in der Diopterebene liegt, und welche dazu dient, die Bouſſole ſo auf das Brettchen zu ſtellen, daß ihre magnetiſche Nordlinie parallel mit 2 einander gegenüberliegenden Seiten des Brettchens läuft. Will man die Abweichung der magnetiſchen von der wahren Nordlinie berückſichtigen, ſo läßt man auf der Oberfläche des Brettchens einen Gradbogen, JK, verzeichnen, der von der Mittellinie α β 30° rechts und links abſchneidet. Die Bouſſole, welche ſich dann um einen in ihrer Achſe angebrachten Zapfen, der durch das Brettchen geht und auf welchen eine Mutterſchraube paßt, bewegen muß, kann mittelſt des Gradbogens, ſo weit öſtlich oder weſtlich geſtellt werden, als die Abweichung der Magnetnadel, an dem Orte, wo die Aufnahme geſchieht, es erfordert. Geſetzt, es wäre dies 17° weſtlich, ſo wird die Bouſſole ſo lange herumgedreht, bis der unter dem Objectivdiopter befindliche ſenkrechte Strich, welcher die Lage der Diopterebene bezeichnet, in der Verlängerung des Theilſtriches von 17° weſtlich zu ſtehen kommt.

Prüfung der Patentbouſſole.

§. 201. Die Patentbouſſole kann faſt alle Fehler der gewöhnlichen Bouſſole haben; denn die Magnetnadel kann träge, nicht gehörig äquilibrirt; die Kreisfläche mit Gradeintheilung nicht richtig auf die Magnetnadel geklebt, ungenau eingetheilt ſein, und nicht vollkommen horizontal ſchweben; endlich die Diopter können die gewöhnlichen Diopterfehler beſitzen. Alle dieſe Fehler werden auf dieſelbe Weiſe ermittelt und beſeitigt, wie bei der gewöhnlichen Bouſſole. Am häufigſten kommt der Fehler einer mangelhaften Gradeintheilung und der Trägheit der Nadel vor. Das Kartenblatt iſt dem Werfen, Ausdehnen und Verziehen, ſowohl beim Abdrucken der Grade darauf, als auch beim Gebrauch durch die veränderliche Witterung ausgeſetzt, wodurch die Gradeintheilung nothwendig fehlerhaft werden muß. Um dies zu vermeiden, hat man vorgeſchlagen, ſtatt des Kartenblattes ſich einer dünnen verſilberten Meſſingplatte zu bedienen. Allein dadurch wird die Magnetnadel nur noch mehr erſchwert, die ſchon durch das Kartenblatt ſo an Gewicht zugenommen hat, daß die Friction auf der Spitze des Stiftes eine baldige Abſtumpfung der letzteren und Trägheit der Nadel zur Folge hat.

Gebrauch u. Beurtheilung der Patent-Bouſſole.

§. 202. Beim Winkelmeſſen kann die Patentbouſſole entweder in freier Hand gehalten oder, wo ſich die Gelegenheit dazu findet, auf eine horizontale Unterlage geſtellt werden. Wer ſie aber in freier Hand gebrauchen will, muß ruhiges Blut und eine feſte Hand haben, weil ſonſt die Kreisfläche nie ſtill ſteht, in fortwährender ſchwankender Bewegung bleibt, und jede nur einigermaßen genaue Meſſung unmöglich macht. — Beim Gebrauche nimmt man den meſſingenen Deckel vom Inſtrumente, klappt das Ocular-diopter in die Höhe, ſtellt das Objectiv-diopter ſenkrecht auf, zieht die Vorrichtung zur Arretirung heraus, worauf die Kreisfläche mit dem Hütchen auf den ſtählernen Stift fällt, und ſich frei auf demſelben bewegt. Hierauf hält man das Inſtrument ſo viel wie möglich horizontal, legt das rechte Auge an das Ocularloch, richtet das Objectiv-diopter nach dem Endpunkte eines Schenkels des zu meſſenden Winkels, und bringt das Haar mit demſelben zur Deckung. Nachdem die Scheibe ſich beruhigt hat, wird das Haar des Objectiv-diopters ſcheinbar einen Grad am Limbus abſchneiden, welchen man ſich als Grad des Declinationswinkels dieſes Schenkels bemerkt. Alsdann richtet man das Objectiv-diopter, indem man die Patentbouſſole in der Hand um ihre Achſe herumdreht, nach dem Endpunkte des andern Schenkels des zu meſſenden Winkels, bringt das Haar mit demſelben zur Deckung, lieſ't wieder den Winkel dieſer Declination vom Limbus ab, und berechnet dann durch Addition oder Subtraction, wie bei der gewöhnlichen Bouſſole, die Größe des gemeſſenen Winkels. — Am bequemſten iſt's, zuerſt die Declination des zur Linken, dann die des zur Rechten liegenden Schenkels zu beſtimmen, weil die Kreisfläche ſo eingetheilt iſt, daß die Grade von 0 anfangend rechts herum bis zu 360° zunehmen, und man mithin den Unterſchied beider Abweichungen von der magnetiſchen Nordlinie oder die Größe des gemeſſenen Winkels am leichteſten finden kann.

Daß mit der Patentbouſſole alle die Aufgaben zu löſen ſeien, die mit der gewöhnlichen Bouſſole zum Winkelmeſſen gelöſ't werden können, ſpringt in die Augen, aber auch zugleich, daß dies Inſtrument noch bedeutend weniger Genauigkeit gewährt, als jenes. Das Maximum der Genauigkeit dürfte ein halber, bei großer Uebung in ſeinem Gebrauche vielleicht ein drittel Grad ſein; ſehr häufig werden aber auch Fehler von einem, ſelbſt von zwei Graden vorkommen, weil ſein Durchmeſſer nur klein, die Beweglichkeit der Kreisfläche groß, und die Hand ſelten

ganz ruhig ist. Hat man keine feste Hand, beruhigt sich die Magnetnadel oder Kreisfläche nicht, so kann man sich beim Ablesen des Declinationswinkels dadurch helfen, daß man sich die Theilstriche der Winkel bemerkt, auf welche das Haar des Objectivdiopters bei den Schwingungen der Nadel rechts und links einspielt, deren Gradzahlen aufschreibt und das arithmetische Mittel beider Winkel als Declinationswinkel notirt. Z. B. das Haar des Objectivdiopters spielte bei den Schwingungen der Nadel links auf den Theilstrich 120° 30′, rechts auf den Theilstrich 125° ein, so würde der Declinationswinkel $\frac{120° 30' + 125°}{2}$ $= \frac{245° 30'}{2} = 122° 45'$ sein. Allein auch dieser Hilfe ungeachtet wird die Patentbussole doch nie zur Bestimmung der Lage langer Linien, sondern nur zu der kurzer Linien, der Seitenabweichung von Feld- und Dorfwegen, von Mauern und Gebäuden, der kleinen Krümmungen von fließenden Gewässern ꝛc. und überhaupt nur bei flüchtigen Aufnahmen gebraucht werden können, bei denen es auf keine mathematische Genauigkeit ankommt. Am vortheilhaftesten ist ihre Anwendung zum Croquiren von Waldwegen, weil man stets eine Uebersicht von der Lage behält, welche jene Wege zur magnetischen Nordlinie haben.

## 9. Das Astrolabium.

§. 203. Das Astrolabium, ein Instrument, welches gleichfalls zur Winkelmessung bestimmt, in neuerer Zeit aber fast gänzlich außer Gebrauch gekommen ist, kann entweder nur mit gewöhnlichen Dioptern, mit Dioptern und einer Bussole, oder statt der Diopter mit Fernröhren versehen sein. Verschiedene Arten des Astrolabiums.

### A. Das gemeine Astrolabium,

Fig. 117,

besteht aus einer Messingplatte, ABCD, mit Gradeintheilung und zwei feststehenden Dioptern, E und F, aus einem um den Mittelpunkt der Gradeintheilung beweglichen Diopterlineal, GH, und aus einem Stativ. Beschreibung des gemeinen Astrolabiums.

a) Die Messing- oder Astrolabienplatte ist viereckig und so groß, daß auf ihr entweder ein halber oder besser ein ganzer Kreis*) von 10 bis 15″ im Durchmesser eingravirt wer-

*) Stellt das Astrolabium nur die Gradeintheilung eines halben Kreises dar, so heißt es ein halbes Astrolabium; bildet die Gradeintheilung aber einen ganzen Kreis, so wird das Instrument ein ganzes Astrolabium genannt.

den kann, und daß sie auf jeder Seite noch etwa 1″ über die Peripherie des Kreises hinaus steht. Der Kreis ist in ganze, halbe, und wo möglich auch in viertel Grade eingetheilt und mit einer doppelten Ablesung versehen. Außerhalb desselben stehen vor dem Nullpunkte und vor dem Theilstriche von 180°, in einer geringen Entfernung vom Rande der Gradeintheilung, zwei doppelt durchbrochene Diopter zum vor- und rückwärts Visiren, deren Diopterebene vollkommen vertikal auf der Ebene der Astrolabienplatte und genau in der Richtung des Diameters von 0 zu 180° steht. Beide Diopter sind mit Scharnieren versehen, so daß sie senkrecht aufgestellt, oder horizontal niedergelegt werden können. Man nennt sie die Versicherungsdiopter, und den Diameter, auf dem sie stehen, die Versicherungs- oder Fiduciallinie. Unter der Astrolabienplatte befindet sich im Mittelpunkte der Gradeintheilung ein Voll- oder Hohlcylinder zur Verbindung des Instrumentes mit dem Stativ.

b) Das bewegliche Diopterlineal oder Alhidadendiopter, GH, ist dem gemeinen Diopterlineal fast ganz gleich, nur stehen seine doppelt durchbrochenen Diopter so auf dem Lineal, daß ihre Diopterebene dasselbe in seiner Längenrichtung halbirt, durch den Mittelpunkt der Gradeintheilung geht und senkrecht auf der Astrolabienplatte steht. Durch einen Zapfen, J, oder besser, durch eine scheibenartige Vorrichtung, ist das Lineal so um das Centrum des Kreises beweglich, daß seine Mittellinie immer in der Richtung eines Diameters bleibt, während die beiden Diopter sich stets am äußern Rande der Gradeintheilung bewegen. Um die letztere durch das Lineal hindurch sehen zu können, ist dasselbe über ihr durchbrochen, entweder in seiner Mittellinie, also auch in den Vertikalen der Diopterebene, mit einem Zeiger o versehen, oder durch eine Glasscheibe geschlossen, welche in der Mittellinie des Lineals eine feine gravirte Linie hat. Jener Zeiger oder diese Linie bezeichnen mithin auf dem Limbus die Richtung, in der die Visir- oder Sehelinie durch die Diopter über die Gradeintheilung hinweggeht.

## B. Das Astrolabium mit Bouffole.
(Fig. 118.)

Beschreibung desselben.

§. 204. Das Astrolabium mit Bouffole gewährt den Vortheil, daß man durch die Magnetnadel bei Messung eines Winkels zugleich die Lage der Schenkel desselben zur magnetischen Nordlinie bestimmt erhält. Es besteht:

a. Aus einem Ringe, ABC, mit Gradeintheilung aus getriebenem Meſſing, der etwa 2 bis 2½″ breit, ·½″ dick iſt und 15″ im Durchmeſſer hat, damit ſeine Gradeintheilung noch Viertelgrade angeben kann. Um das Centrum des Ringes liegt eine Scheibe von getriebenem Meſſing, welche etwa 6″ im Durchmeſſer und gleiche Stärke mit dem Ringe hat. Sie wird mit dem letzteren durch 6 Stäbe, D. E. F. G. H. und J, in der Richtung von Radien verbunden, die bei eben jener Stärke etwa 1½″ breit ſind. Im Mittelpunkte des Ringes und jener Scheibe befindet ſich unter der letzteren ein Hohlcylinder zur Verbindung des Inſtrumentes mit dem Stativ, und auf der Scheibe über dem Hohlcylinder ein ſtarker Zapfen, auf dem die Bouſſole ruht.

b. Die Bouſſole, K, iſt eine gewöhnliche Orientirbouſſole mit Gradring, deren Magnetnadel aber nicht unter 5″ lang ſein darf. Ihre Achſe muß in die Achſe des Inſtrumentes, und die auf ihrem Boden verzeichnete magnetiſche Nordlinie in die Diopterebene der Verſicherungsdiopter fallen.

c. Die Verſicherungsdiopter, L und M, ſind vor dem Nullpunkt und Theilſtrich von 180° des Inſtrumentes an den äußeren Rand des Gradringes angeſchroben, zum Vor- und Rückwärtsviſiren doppelt durchbrochen und mit Scharnieren zum Auf- und Niederklappen verſehen. Die Theilſtriche für 0 und 180° beider Gradeintheilungen (der Bouſſole und des Aſtrolabiums) liegen alſo in ein und derſelben Vertikal- oder Diopterebene der feſtſtehenden Diopter.

d. Das bewegliche Diopterlineal, NO, iſt dem des gemeinen Aſtrolabiums entweder vollkommen gleich, oder an ſeinen beiden Enden mit einem Nonius, P, verſehen. Im letzteren Falle iſt es ſo kurz, daß der Nonius, welcher auf dem bogenförmig und ſcharf abgeſchliffenen Ende des Lineals angebracht iſt, genau den inneren Kreis der Gradeintheilung berührt, die Diopter auf dem Lineal aber noch innerhalb der inneren Kante des Gradringes ſtehen. Der Index des Nonius liegt in der Diopterebene des Lineals, welche ſenkrecht auf der Fläche des Gradringes ſteht und durch den Mittelpunkt des letzteren geht. Das Diopterlineal bewegt ſich um den Zapfen, auf dem die Bouſſole ſteht, zwiſchen dieſer und der kreisförmigen Scheibe ſo, daß der Mittelpunkt beider Gradeintheilungen ſtets den Scheitelpunkt des durch die Verſicherungsdiopter und das bewegliche Diopterlineal gemeſſenen Winkels bildet.

## C. Das Astrolabium mit Fernröhren.

Beschreibung desselben.

§. 205. Das Astrolabium mit Fernröhren, Fig. 119, welches gleichfalls mit einer Bouſſole verbunden ſein kann, iſt, der Form ſeines Körpers nach, dem gewöhnlichen Aſtrolabium mit Bouſſole faſt ganz gleich. Es unterſcheidet ſich von dieſem nur in Folgendem:

a. Das unbewegliche oder Verſicherungsfernrohr, AB, iſt unter dem Gradringe ſo angebracht, daß die Vertikalebene, welche man ſich durch den Theilſtrich von 0 und 180° oder durch die Fiduciallinie gelegt denken kann, durch die Achſe des Fernrohrs geht, und daß es, ohne aus dieſer Ebene zu kommen, erhöht oder geſenkt werden kann, je nachdem man nach hohen oder niedrigen Gegenſtänden viſiren will. Zu dieſem Zweck iſt es um ein paar Zapfen beweglich, welche den Schildzapfen eines Geſchützes ähnlich ſind, ſenkrecht zur Achſe des hier verſtärkten Fernrohrs ſtehen und in den Pfannen eines Gehäuſes ruhen, das unter der kreisförmigen Scheibe, im Centrum des Inſtrumentes, angeſchroben iſt. Unter dieſem Gehäuſe befindet ſich in der Achſe des Inſtrumentes ein Hohl- oder Vollcylinder, C, zur Verbindung des Aſtrolabiums mit dem Stativ.

b. Das bewegliche oder Alhidadenfernrohr, DE, ſteht mit ſeinem vierbeinigen Fußgeſtell, HJ, welches bei verſchiedenen Inſtrumenten verſchieden eingerichtet iſt, auf einem Lineal, FG, welches im Mittelpunkt der Gradeintheilung mit der kreisförmigen Scheibe eben ſo verbunden iſt, wie das bewegliche Diopterlineal beim gewöhnlichen Aſtrolabium. Es ſchneidet mit dem Index der Nonien an ſeinen beiden Enden die Anzahl der Grade des gemeſſenen Winkels ab, weshalb eine Ebene, welche man ſich durch die Achſe des Fernrohrs ſenkrecht gegen die Fläche des Gradringes gelegt denkt, durch die beiden Zeiger der Nonien, durch den Umdrehungspunkt des Lineals gehen, und den Kreis der Gradeintheilung halbiren muß. Die Nonien geben den gemeſſenen Winkel bis auf eine Minute Genauigkeit an, indem 14 oder 16 Viertelgrade in 15 gleiche Theile zerlegt worden ſind. — Auf dem Lineal ſteht unter dem Ocularglaſe des Fernrohrs ein um ſeine Achſe beweglicher Knopf, F, in deſſen Muttergewinde eine Mikrometerſchraube eingreift, die in einen zweiten Knopf, welcher auf einer Klemme oder einem Halter, K, ſteht, und ſich gleichfalls um ſeine Achſe dreht, ſo eingelaſſen iſt, daß ſie ſich in ihm zwar um ihre Achſe aber nicht fortbewegen kann. Die Klemme wird vermittelſt einer Klemm-

schraube, L, an den Gradring befestigt, und sodann das Alhidadenfernrohr durch die Mikrometerschraube scharf auf das Object eingerichtet, welches man bereits mit der freien Hand in das Objectivglas gebracht hat. — Auch das Alhidadenfernrohr kann sich um seine Zapfen in den Pfannen seines Fußgestells vertikal auf und nieder bewegen, je nachdem man nach hoch oder niedrig gelegenen Objecten visiren will, und mit einem Gradbogen zum Messen von Vertikalwinkeln verbunden sein.

Beide Fernröhre sind achromatisch astronomische, zum Stellen nach der Sehkraft des Beobachters eingerichtet, mit einem liegenden Fadenkreuz versehen, und in allem Uebrigen so beschaffen, wie das Fernrohr der Kippregel. Steht das Alhidadenfernrohr auf 0, so müssen die Kreuzfäden in beiden Fernröhren nothwendig ein und denselben Gegenstand abschneiden. Geschieht dies nicht, so stehen die Fernröhre falsch, und der Fehler, der sogenannte Kollimationsfehler, muß durch Verschieben des Fadenkreuzes und, wenn dies nicht ausreicht, durch Seitwärtsrücken des ganzen Fußgestells des Alhidadenfernrohrs rectificirt werden, weshalb am Fernrohre, wie am Fußgestelle, eben solche Correctionsschrauben angebracht sind, wie wir diese am Fernrohr und an der Fußplatte des Ständers bei der Kippregel bereits kennen gelernt haben.

Beschreibung des Stativs.

§. 206. Das Stativ des Astrolabiums kann dem des Meßtisches vollkommen gleich sein, jedenfalls muß es aber eine gröbere und eine feinere Azimuthalbewegung gestatten. — Soll das Astrolabium auch zur Messung von Höhenwinkeln benutzt werden, so muß der Stativkopf ein Kugelgelenk besitzen und so eingerichtet sein, daß der über der Nuß befindliche Zapfen oder Vollcylinder horizontal niedergelegt werden kann, damit die Astrolabienplatte, oder der Reifen mit Gradeintheilung, vertikal aufzurichten ist. Zu diesem Zwecke befindet sich in einer Seite der Nußhülse ein halbkreisförmiger Ausschnitt von gleichem Durchmesser mit jenem Zapfen. — Die horizontale Stellung der Astrolabienplatte, oder des Reifens mit Gradeintheilung, wird durch das Dosenniveau, die vertikale Stellung durch ein Bleiloth, und endlich die horizontale Lage der Fiduciallinie durch eine Röhrenlibelle bewirkt und geprüft, welche letztere auf die mit jener Linie parallele Kante der Astrolabienplatte oder auf die Kante des messingenen Diameters gestellt wird, der beide Versicherungsdiopter mit einander verbindet, und dessen Kanten daher genau parallel mit seiner Mittellinie, der Fiduciallinie, laufen muß. — Um endlich die Achse des Instrumentes genau im Scheitelpunkt oder

im Alignement eines Schenkels eines zu meſſenden Winkels aufſtellen zu können, iſt bei vielen Inſtrumenten die Einrichtung getroffen, daß von dem Cylinder des Stativs, in der Richtung der Achſe deſſelben, ein Bleiloth herabhängt, welches mithin auf dem Boden den Punkt bezeichnet, über welchem ſich der Mittelpunkt der Gradeintheilung befindet.

Prüfung des Aſtrolabiums.

§. 207. Die Fehler, welche die beſchriebenen Aſtrolabien gemeinſam haben können, ſind:

1) Eine ungenaue Theilung in Grade und Gradtheile. Man ermittelt dieſen Fehler, indem man die bewegliche Alhidade ſucceſſive um den Mittelpunkt des Kreiſes herumbewegt und beobachtet, ob die Zeiger an beiden Enden immer genau auf correſpondirende Gradtheile einſpielen, und ob mithin der Kreis der Gradeintheilung überall durch die Mittellinie der Alhidade vollkommen halbirt werde. Iſt dies nicht der Fall, ſo iſt in der Regel die Theilung ungenau. Der Fehler kann aber auch in einer excentriſchen Bewegung des Inſtrumentes ſeinen Grund haben. Ob es nun der eine oder der andere Fehler ſei, kann nur der Mechanikus ermitteln, wenn die Excentricität ſich nicht augenſcheinlich kund giebt.

2) Excentricität in der Bewegung der Alhidade. Sie ergiebt ſich in der Regel, wenn ein Ende der Alhidade, oder der Nonius derſelben, an verſchiedenen Stellen feſter, als an anderen, auf der Aſtrolabienplatte oder dem Gradreifen aufliegt, oder vielleicht gar ſchleift, und wenn der Bogen des Nonius nicht parallel mit dem Kreiſe der Gradeintheilung ſich fortbewegt. — Iſt die letztere von einem Mechanikus geprüft und richtig erkannt, ſo kann man auch den Fehler der Excentricität dadurch entdecken, wenn man den Winkel zwiſchen zwei nicht zu fernen, hell erleuchteten und ſcharf beſtimmten Richtobjecten mehreremal, auf verſchiedenen Stellen des Limbus, mißt und ſieht, ob man zu einem und demſelben Reſultate kommt. Oder wenn man um den Punkt herum, auf dem man ſteht, 3, 4 oder höchſtens 6 Winkel, deren Schenkel ſich ſcharf beſtimmen laſſen, mißt. Iſt die Summe dieſer Winkel nicht gleich 4 | . R oder 360°, und geben mehrmal wiederholte Meſſungen ein und daſſelbe Reſultat, ſo iſt das Inſtrument excentriſch. Iſt die Differenz nur ſehr gering, ſo kann das Inſtrument wohl zu gewöhnlichen Arbeiten, aber doch niemals zu ſolchen benutzt werden, von denen große Genauigkeit gefordert wird, wie z. B. von einer Triangulation, weil im Fortgange der Arbeit ſich Fehler auf Fehler häufen würden. Hat

das Instrument zwei Nonien, so kann man allerdings durch das arithmetische Mittel aus den Angaben beider dem wahren Werthe des gemessenen Winkels näher kommen, allein denselben doch niemals vollständig erreichen.

Die Astrolabien mit Dioptern können nächstdem noch die gewöhnlichen Diopterfehler, die mit Boussolen, die gewöhnlichen Boussolenfehler, und endlich die mit Fernröhren, die bekannten Fernrohrfehler haben. Wie diese Fehler aufzufinden und zu beseitigen sind, ist schon oben in den §§. 176, 181, 191, 195 gezeigt worden.

Gebrauch des Astrolabiums.

§. 208. Das Astrolabium gewährt eine ungleich größere Genauigkeit als die Boussole, wurde daher früher sehr häufig bei größeren militairischen Vermessungen, besonders zur Triangulation, angewendet, ist aber in neuerer Zeit, namentlich seit Erfindung des Theodoliten, welcher lediglich der höheren Meßkunst angehört, und als eine Vervollkommnung des Astrolabiums mit Fernrohr angesehen werden kann, fast gänzlich außer Gebrauch gekommen. Von den Feldmessern wird das Astrolabium dagegen häufig angewendet. Da man es noch oft, namentlich beim Ingenieurgeräth in Festungen, in Artillerie-Depots ꝛc. vorfindet, seine Brauchbarkeit nicht in Abrede stellen, und es selbst bei Vermessungen, die in kurzer Zeit ausgeführt werden sollen, wie z. B. im Kriege in einer eroberten Provinz, anstatt des seltenen Theodoliten, der schwierig zu handhaben ist, mit Vortheil gebrauchen kann, so haben wir geglaubt, seine Beschreibung vollständig geben zu müssen. — Das Astrolabium kann sowohl zur Messung von Horizontal- als von Vertikalwinkeln benutzt werden.

a. Soll ein Horizontalwinkel gemessen werden, in dessen Scheitelpunkt man sich aufstellen kann, so errichtet man das Astrolabium in diesem und sieht darauf, daß das Instrument vollkommen horizontal, und der Mittelpunkt seiner Gradeintheilung genau senkrecht über jenem Punkt steht. Hierauf dreht man das Instrument zuerst durch die grobe, dann durch die feine Bewegung so lange herum, bis die Visirlinie durch die Versicherungsdiopter (Versicherungsfernrohr) genau die Mitte des Richtobjects im Endpunkt eines Schenkels des zu messenden Winkels trifft, und stellt das Instrument durch Anziehung der betreffenden Schrauben so fest, daß es sich durchaus nicht verrücken läßt. Hierauf dreht man die bewegliche Alhidade sanft so weit herum, bis die Visirlinie durch die Diopter, oder das Fernrohr, derselben die Mitte des terrestrischen Gegenstan-

des im anderen Schenkel des zu messenden Winkels trifft, so wird der Index die Grade und der Nonius die Gradtheile dazu, auf dem Limbus anzeigen, und der gemessene Winkel unmittelbar vom Limbus abgelesen werden können. — Ist das Instrument mit einer Bousole verbunden, so giebt diese den Declinationswinkel der ersten Visirlinie oder des Schenkels, in dessen Alignement das Instrument zuerst eingestellt wurde. Der Bequemlichkeit wegen mißt man, wie mit der Bousole so auch mit dem Astrolabium, stets von der Linken zur Rechten, obwohl die doppelte Ablesung dort, wo es aus irgend einem Grunde wünschenswerth sein sollte, auch eine Messung von der Rechten zur Linken gestattet.

Werden *mehrere Winkel um einen Punkt herumgemessen*, so behält das Instrument oder vielmehr die Fiduciallinie der Versicherungsdiopter (des Versicherungsfernrohrs) unverrückt die erste Stellung, und die Größe sämmtlicher Winkel wird von dem Schenkel abgenommen, auf dessen Richtobject man zuerst das Instrument einstellte; weil bei jeder neuen Einstellung Fehler vorfallen könnten und durch dieselbe unnütz Zeit verschwendet wird. Will man die Größe der einzelnen zwischen den verschiedenen Schenkeln liegenden Winkel, etwa um sie mit einander zu vergleichen, wissen, so wird sie, wie bei Messung der Winkel mit der Bousole, durch Subtraction gefunden. Während der Messung muß man sich öfter dadurch, daß man durch die Versicherungsdiopter sieht und untersucht, ob die Visirlinie durch dieselben auch noch den Punkt scharf trifft, auf den sie gerichtet waren, überzeugen, ob das Instrument sich auch nicht verrückt habe. Hat es sich verrückt, so müssen sämmtliche Messungen, die nach der letzten *Versicherung* geschehen sind, verworfen werden.

Soll irgend ein Winkel mit größtmöglichster Genauigkeit gemessen werden, und hat man ein *ganzes* Astrolabium, so kann die Messung *repetirt* oder *multiplicirt* werden, d. h. ist die Messung eines Winkels geschehen, so lies't man die Größe des letzteren vom Limbus nicht ab, sondern man bewegt das ganze Instrument auf dem Kopf des Stativs zurück, oder so lange sanft links herum, bis die Visirlinie durch die beweglichen Diopter (Alhidadenfernrohr) den Gegenstand im Endpunkt des linken Schenkels trifft, stellt das Instrument jetzt unbeweglich fest, corrigirt die Richtung jener Visirlinie durch die Mikrometerschraube des Stativs, wenn es nöthig sein sollte, richtet die beweglichen Diopter, oder das Alhidadenfern-

rohr, wieder auf den Gegenstand im rechten Schenkel, und wiederholt dies so oft, als man die Messung des Winkels repetiren oder multipliciren will. Ist dies etwa fünf oder mehrere Mal geschehen, so lies't man endlich die Größe des fünf- oder mehrfachen Winkels vom Limbus ab, und dividirt die gefundene Zahl der Grade und Gradtheile mit der Repetitionszahl der Messung. — Die Größe des gemessenen Winkels, welche man dann durch den Quotienten erhält, ist um vieles genauer, als sie der Limbus und Nonius unmittelbar angeben kann. Gesetzt, wir hätten die Messung eines Winkels fünfmal repetirt, und durch den Index und Nonius für die Größe des so oft genommenen Winkels 291° 26′ erhalten, so würde der Werth des gemessenen Winkels $\frac{291^\circ\ 26'}{5} = 58^\circ\ 17'\ 12''$ sein. Hierdurch ist die Messung also bis zur Genauigkeit von Sekunden ausgeführt, während sie durch unmittelbare Ablesung nur die Genauigkeit von einer Minute erreichen konnte. — Wenn das Instrument bei der Repetition der Messung links herum zurück bewegt wird, ist die größte Vorsicht zu empfehlen; denn verrückt sich die bewegliche Alhidade, was besonders sehr leicht geschieht, wenn sie nicht durch eine Mikrometerschraube und deren Halter befestigt ist, so zerfällt die ganze Messung in Nichts.

Zum Auftragen der gemessenen Winkel bedient man sich bei gewöhnlichen Messungen des Transporteurs. Hat das Astrolabium keine Bousole, so muß stets die Richtung eines Schenkels des gemessenen Winkels gegeben sein, bevor der andere Schenkel angetragen werden kann. Ist das Instrument aber mit einer Bousole verbunden, so wird der erste Schenkel nach seinem Declinationswinkel an die, durch den gegebenen Punkt gezogene, magnetische Nordlinie angetragen, und die Lage des zweiten Schenkels nach der des ersteren vermittelst des Transporteurs bestimmt. Hierbei zeigt sich deutlich, welchen entschiedenen Vortheil ein mit einer Bousole verbundenes Astrolabium vor den übrigen gewährt. — Werden mehrere um einen Punkt herum gemessene Winkel aufgetragen, so geschieht dies allemal, wie bei der Messung, nach einem Schenkel, weil, wenn man jeden der nächstfolgenden Schenkel nach der Richtung des unmittelbar vorher festgelegten antragen wollte; die etwa bei der Construction entstandenen Fehler sich fortpflanzen, vergrößern und zuletzt ein vollkommen unrichtiges Resultat geben würden, während bei dem angegebenen Verfahren, nur in der Lage eines oder des anderen Schenkels Irrungen vorge-

fallen sein können, das Resultat im Ganzen aber richtig wird. — Sind endlich mit dem Astrolabium Winkel, vielleicht durch Repetition, möglichst genau gemessen, um mit deren Hilfe und der Länge einer gegebenen Seite die übrigen Stücke eines großen Dreiecks, oder die Lage eines Punktes, zu bestimmen, so geschieht dies in der Regel durch trigonometrische Berechnung, weil man die durch den Nonius angegebenen, oder durch Division des Repetitionswinkels erhaltenen, Gradtheile nicht mit dem gewöhnlichen Transporteur auftragen kann, der überhaupt wenig Genauigkeit gewährt.

Messung von Vertikalwinkeln und Höhen.

§. 209. b. Soll ein Vertikalwinkel gemessen werden, so stellt man das Astrolabium so auf, daß die Astrolabienplatte oder der Gradreifen eine vertikale Stellung und die Fiduciallinie eine horizontale Richtung erhält (§. 206). Während dessen läßt man auf der Höhe (in der Tiefe) einen Stab senkrecht errichten, und denselben so weit aus dem Boden emporragen, als die Fiduciallinie über demselben liegt. Hierauf bringt man das Auge an das Oculardiopter (Ocularglas) der beweglichen Alhidade, bewegt letztere so lange vertikal hinunter oder herauf, bis der horizontale Faden des Diopters (das Fadenkreuz des Fernrohrs) die Spitze jenes Stabes scheinbar tangirt, überzeugt sich, ob die Röhrenlibelle noch eben so genau wie vorhin einspielt, und lies't zuletzt die Größe des gemessenen Winkels vom Limbus ab. —

Ist diese Winkelmessung zur Berechnung einer Höhe, AB, Fig. 120, bestimmt, deren horizontaler Abstand BC = ED vom Instrumente, DC, bekannt ist oder gemessen werden kann, so darf auf der Höhe kein Stab errichtet werden. Wird der Abstand der Höhe, DE, vom Instrumente als Radius betrachtet, so ist die gesuchte Höhe, AB, gleich der Tangente AE des gemessenen Vertikalwinkels ADE + der Höhe CE = EB der Fiduciallinie über dem Boden. Oder, da ∠ AED = R und ∠ EAD = R — ADE und

$$\text{Sin. EAD} : \text{Sin. ADE} = \text{ED} : \text{EA}$$

so ist auch $\text{EA} = \frac{\text{Sin. ADE} \cdot \text{ED}}{\text{Sin. EAD}}$

u. mithin $\text{BA} = \frac{\text{Sin. ADE} \cdot \text{ED}}{\text{Sin. EAD}} + \text{CD}.$

Soll die gesuchte Höhe, in Ermangelung trigonometrischer oder logarithmischer Tafeln, durch Construction gefunden werden, so trage man an einen beliebigen Punkt, d, einer geraden Linie, cd, den gemessenen Vertikalwinkel ADE = ade

mittelſt des Transporteurs, mache e d im verjüngten Maßſtabe = ED, errichte in e einen Perpendikel und verlängere ihn, bis er in a den Schenkel a d ſchneidet, ſo giebt der Perpendikel a e plus der Höhe der Fiduciallinie über dem Boden, die geſuchte Höhe. Daß dies letztere Verfahren keine ſo große Genauigkeit gewähren kann, als das erſtere, ſpringt in die Augen. —

§. 210. Bevor wir zur Beſchreibung des katoptriſchen Zirkels und des Reflectors übergehen können, müſſen wir, da beide Winkelmeſſer Spiegelinſtrumente ſind, einen Blick in

## Die Theorie der Spiegelinſtrumente

werfen. Die Conſtruction der letzteren gründet ſich nämlich auf folgende katoptriſche Erfahrungsſätze:

Katoptriſche Erfahrungsſätze u. Folgerungen daraus.

I. Der auf eine ebene Spiegelfläche (einen Planſpiegel) fallende Lichtſtrahl wird unter eben demſelben Winkel wieder zurückgeworfen (reflectirt), unter dem er auffiel, und beide Lichtſtrahlen, der einfallende, wie der reflectirte, liegen in einer zum Spiegel ſenkrechten Ebene (Reflexionsebene). Ein die Spiegelfläche ſenkrecht treffender Lichtſtrahl wird daher auch ſenkrecht, d. h. in derſelben Linie, in der er auffiel, wieder zurückgeworfen werden.

Iſt a b, Fig. 121, ein Planſpiegel, d c ein ſenkrecht zur Spiegelfläche einfallender Lichtſtrahl, ſo wird er auch in der Richtung c d wieder reflectirt; er wird das Einfallsloth oder die Einfallskathete genannt. —

Fällt dagegen in einer ſchiefen Richtung irgend ein Lichtſtrahl, e c, unter dem Neigungswinkel e c a in den Spiegel, ſo wird er auch unter demſelben Neigungswinkel auf der anderen Seite der Einfallskathete d c in der Richtung c f reflectirt, mithin ∠ e c a = ∠ f c b.

Endlich ſind auch die von dem einfallenden und reflectirten Lichtſtrahl mit der Einfallskathete gebildeten Einfalls- und Abprallungswinkel e c d und d c f einander gleich.

II. Dreht ſich der Planſpiegel um ſeine ſenkrechte Achſe c, während der einfallende (oder reflectirte) Lichtſtrahl ſeine Richtung behält, ſo verändert ſich auch die Richtung des reflectirten (oder einfallenden) Lichtſtrahls und der Einfallskathete, und zwar wird:

1) der Neigungswinkel des einfallenden, wie der Neigungswinkel des abprallenden (reflectirten) Lichtſtrahls um den Drehungswinkel des Spiegels vermindert oder vergrößert;

2) der Einfalls- wie der Abprallungswinkel dagegen um eben jenen Drehungswinkel wachsen oder abnehmen, und endlich

3) der Winkel, den der einfallende mit dem abprallenden Lichtstrahl beschreibt, um den doppelten Drehungswinkel des Spiegels vergrößert oder vermindert werden, je nachdem sich der Spiegel gegen den einfallenden Lichtstrahl bewegt, oder sich davon entfernt.

Beweis. Bewegt sich der Spiegel ab, Fig. 122, um seine senkrechte Achse c, etwa in die Lage von a'b', so wird

1) der frühere Neigungswinkel eca des einfallenden Lichtstrahls, um den Drehungswinkel x des Spiegels vermindert, mithin der jetzige Neigungswinkel des einfallenden Lichtstrahls $eca' = eca - x$. Da ferner nach I. der Neigungswinkel des abprallenden Lichtstrahls dem des einfallenden Lichtstrahls gleich sein muß, so ist auch $f'cb' = eca'$, und daher muß der frühere Neigungswinkel des abprallenden Lichtstrahls um den Drehungswinkel x vermindert, mithin $f'cb' = fcb - x$ sein.

2) Der frühere Einfallswinkel ecd ist bei Drehung des Spiegels um den Winkel $dcd' =$ Drehungswinkel x (weil dc senkrecht auf ab und d'c senkrecht auf a'b') gewachsen, mithin ist der jetzige Einfallswinkel $ecd' = ecd + x$. Da aber nach I. der Abprallungswinkel dem Einfallswinkel gleich sein muß, so ist auch $f'cd' = d'ce$ und daher auch der frühere Abprallungswinkel fcd um den Drehungswinkel x des Spiegels gewachsen, mithin $f'cd' = fcd + x$.

3) Der Winkel, den der einfallende Lichtstrahl ec mit dem früher reflectirten cf bildete, ist gleich dem früheren Einfalls- und Abprallungswinkel, also $ecf = ecd + dcf$. Der Winkel, den der einfallende Lichtstrahl ec mit dem gegenwärtig reflectirten cf' bildet, ist gleich dem jetzigen Einfalls- und Abprallungswinkel, also $ecf' = ecd' + d'cf'$. Da nun aber, wie wir ad 2. gesehen haben,

$$ecd' = ecd + x$$
$$d'cf' = dcf + x, \text{ so muß auch}$$
$$ecd' + d'cf' = ecd + dcf + 2x \text{ sein,}$$
$$\text{also } ecf' = ecf + 2x.$$

III. Stehen zwei Spiegel senkrecht auf einer Ebene sich schräg, aber parallel, gegenüber, und kehren sie ihre Spiegelflächen einander zu, so kann ein unter einem schiefen Win-

Winkel in einen dieſer Spiegel fallender Lichtſtrahl, von demſelben in den zweiten Spiegel reflectirt, und von dieſem wieder zurückgeworfen werden. Zugleich wird die nach I. ſenkrecht gegen die Spiegel ſtehende Reflexionsebene, in der die Lichtſtrahlen liegen, parallel mit der Ebene laufen, auf welcher die Spiegel ſtehen, und der durch doppelte Reflexion zurückgeworfene Lichtſtrahl eine parallele Richtung mit dem in den erſten Spiegel einfallenden Lichtſtrahl haben.

Es ſeien ab und cd, Fig. 123, zwei Spiegel, die auf der Ebene, ABCD, ſich ſchräg, aber parallel, gegenüberſtehen, und ihre Spiegelflächen einander zukehren, ſo wird der unter dem Neigungswinkel x in den Spiegel, ab, fallende Lichtſtrahl, ef, unter demſelben Winkel x', in der Richtung fg reflectirt, unter dem Neigungswinkel q in den Spiegel cd fallen, und von dieſem, unter eben demſelben Winkel q', in der Richtung gh || ef zurückgeworfen werden. Denn da nach der Vorausſetzung ab || cd, ſo muß auch

$x' = q$ als Wechſelwinkel ſein, und da

$q = q'$ und $x' = x$, nach I., mithin auch

$w = v$

alſo gh || ef ſein.

IV. Dreht ſich einer dieſer Spiegel, z. B. cd, um ſeine Achſe g, ſo daß er dem anderen Spiegel ab mehr zugewandt iſt, ſo wird auch der doppelt reflectirte Lichtſtrahl, jetzt gh', den gehörig verlängerten zuerſt einfallenden Lichtſtrahl efh' in irgend einem Punkt h' ſchneiden, und mit ihm einen Winkel eh'g bilden. Eben ſo werden die in der Reflexionsebene verlängerten Grundlinien ab und cd der Spiegel ſich in irgend einem Punkt i ſchneiden und an dieſem einen Winkel, cia, den ſogenannten Neigungswinkel der Spiegel, bilden. Bewegt ſich der Spiegel cd wieder in ſeine mit ab parallele Lage zurück und über dieſelbe nach der anderen Seite ſo hinaus, daß er dem Spiegel ab mehr abgewandt iſt, ſo fallen auch die Durchſchnittspunkte i' und h'' der verlängerten Grundlinie beider Spiegel ab und cd, und der Verlängerung gh'' des doppelt reflectirten Lichtſtrahls, jetzt gh''', mit dem zuerſt einfallenden Lichtſtrahl ef, auf die entgegengeſetzte Seite des von einem in den andern Spiegel geworfenen Lichtſtrahls fg, alſo beide Durchſchnittspunkte immer auf eine Seite des einmal reflectirten Lichtſtrahls fg.

V. Der Winkel, den die Verlängerungen des doppelt reflectirten Lichtstrahls und des zuerst eingefallenen machen, ist gleich dem doppelten Neigungswinkel beider Spiegel.

Beweis. Es sei B, Fig. 124, der eine, C der andere dieser Spiegel, AB der zuerst einfallende (oder zuletzt reflectirte), CD der zuletzt reflectirte (oder zuerst eingefallene), aber durch CA gehörig verlängerte, Lichtstrahl, dann wird behauptet, daß Winkel $n = 2o$ sei. — Geben wir zur Erleichterung der Beweisführung allen Winkeln von gleicher Größe gleiche Benennung, so ist

$\angle x = x'$ als Neigungswinkel des einfallenden und reflectirten Lichtstrahls.

$\angle v = v' = v''$ aus eben denselben Gründen, und weil ein $\angle v''$ ein Scheitelwinkel des andern $\angle v$ ist.

$\angle m = m'$ als Scheitelwinkel. Ferner ist

$n + v'' = x + o$

$x' = v' + o$, als äußerer u. die gegenüberliegenden innern Winkel.

$n + v = v + 2o$

$- v - v'$

folglich $n = 2o$, was zu beweisen war.

VI. Stehen, wie vorhin, zwei Spiegel senkrecht auf einer ebenen Grundfläche sich schräg gegenüber, kehren sie einander ihre Spiegelflächen zu, und ist die untere Hälfte des einen, des feststehenden, Spiegels C, Fig. 125, mit Staniol belegt, daher spiegelnd, die obere Hälfte aber durchsichtig, während der andere, um seine Achse bewegliche, Spiegel B, ganz mit Staniol belegt, daher ganz spiegelnd ist, so ist leicht begreiflich, daß, wenn man von einem fixen Punkt D, z. B. einem Ocularloche, aus, durch die unbelegte Glasfläche des ersten Spiegels, C, nach irgend einem Richtobjecte, A, sieht, und dem andern beweglichen Spiegel, B, eine solche Stellung giebt, daß er das Bild des Richtobjects in den halb belegten Spiegel wirft, man zweimal denselben Gegenstand, nämlich einmal direct (dioptrisch), durch das unbelegte Glas, das zweite Mal indirect (katoptrisch) durch doppelte Reflexion der beiden Spiegel sieht. — Fällt der doppelt reflectirte Lichtstrahl in die Visirlinie CD, so fallen beide Bilder, wie in Fig. 126, genau zusammen, und man sagt, sie sind zur Deckung gebracht. Jedoch muß das Spiegelbild, durch zweimalige Reflexion geschwächt, nothwendig sich in weniger lebhaften Farben darstellen, als das direct gesehene Richtobject. — Je weiter der Ge-

genstand, nach dem man sieht, von beiden Spiegeln entfernt ist, desto mehr muß sich der Winkel bei A vermindern, und also auch die Lage beider Spiegel zu einander (nach IV. und V.) sich immer mehr der parallelen nähern. Ist der Gegenstand A sehr fern, so wird man die Richtung beider Spiegel als parallel annehmen können, ohne dadurch bei gewöhnlichen terrestrischen Messungen einen sehr bemerkbaren Fehler zu begehen. — Stellt man beide Spiegel wirklich parallel, so wird dennoch, nach III., der ganz belegte Spiegel den Gegenstand A in den halb belegten Spiegel reflectiren, nur nicht in ihm vollständig zur Deckung bringen. Die Achse des katoptrischen Spiegelbildes wird dann von der Achse des dioptrisch gesehenen, um die geringe Entfernung der, nach III., parallelen Gesichts- und Einfallslinien, DA und A'B, getrennt sein, eine Entfernung, die im Maßstabe, in dem ein Meßinstrument angefertigt ist, nur höchst unbedeutend sein kann, und die, wie der durch sie erzeugte Fehler, gegen die großen Entfernungen der Richtobjecte vom Standorte des Beobachters, fast gänzlich verschwindet.

VII. Bleibt der Neigungswinkel o, Fig. 125, beider Spiegel unverrückt, oder bewegt man beide Spiegel zugleich, ohne ihren Neigungswinkel und ihre Lage gegen die Ebene, worauf sie stehen, zu verändern, so wird auch der doppelt reflectirte Lichtstrahl, CD, stets in seiner Lage bleiben, weil der Winkel v dieses Lichtstrahls, AD, mit dem zuerst einfallenden AB, durch den Neigungswinkel beider Spiegel o bestimmt wird. Demnach wird sich also auch das Bild des Gegenstandes A stets in der Richtung, DC, erblicken lassen, wenn auch die Ebene, worauf beide Spiegel stehen, sich etwas bewegen sollte. — Hierauf gründet sich die Möglichkeit, mit einem in freier Hand gehaltenen Spiegelinstrumente, einen Gegenstand mit sich selbst, oder zwei verschiedene zur Deckung zu bringen, selbst wenn die Hand dabei zittern oder schwanken sollte.

VIII. Dreht man endlich den ganz belegten Spiegel B, Fig. 125, um seine senkrechte Achse, daß er eine andere Stellung zum halbbelegten, feststehenden Spiegel, C, erhält, so wird er auch das Bild eines anderen Gegenstandes, E, in den letzteren werfen, und in diesem mit dem direct gesehenen Bilde vom Gegenstande A, wie in Fig. 127, zur Deckung, d. h. senkrecht unter einander bringen können. — Läßt sich nun bestimmen, wie groß der Winkel ist, den beide Gegenstände, A und E, mit dem Spiegel B machen, so sind wir im Stande, die Größe jedes Winkels, dessen ihn bezeichnende Objecte sich im

halb belegten Spiegel zur Deckung bringen lassen, durch die Reflexion beider Spiegel zu messen. — Nun wissen wir aber, aus V. und I. 3.:

1) daß der Winkel **ADE**, den die Verlängerung **BD** des zuerst einfallenden Lichtstrahls **EB** mit dem doppelt reflectirten Lichtstrahl **CD** macht, gleich ist dem doppelten Neigungswinkel o beider Spiegel (V.). Da aber **ADE** der zu messende Winkel ist, so ist mithin allemal der durch die Reflexion zweier Spiegel gemessene Winkel gleich dem doppelten Neigungswinkel beider Spiegel;

2) daß, wenn ein Spiegel, **B**, sich um seine Achse dreht, während der reflectirte Lichtstrahl **BC** seine Richtung behält, der Winkel **EBC**, den der zuletzt einfallende mit dem abprallenden Lichtstrahl beschreibt, gegen den durch diese Lichtstrahlen früher gebildeten Winkel **ABC**, um den doppelten Drehungswinkel x des Spiegels vergrößert worden ist (I. 3.). Da ferner der zu messende Winkel **ABE** das Stück ist, um welches ∠ **CBA** gewachsen ist, um die Größe von ∠ **CBE** zu erreichen, so muß auch ∠ **ABE** = 2 x sein. Es ist daher auch der zu messende Winkel zweier Richtobjecte, **A** und **E**, mit dem Standpunkte, auf dem man steht, gleich dem doppelten Drehungswinkel des beweglichen ganz belegten Spiegels. —

Um endlich den Neigungswinkel beider Spiegel, oder den Drehungswinkel des Hauptspiegels, d. h. den Bogen, den er bei seiner Drehung beschreibt, gleich in Graden ausdrücken zu können, darf man mit diesem Spiegel, der deshalb Indexspiegel genannt wird, nur eine Alhidade, **BF**, verbinden, und diese über einen Gradbogen, **GC**, sich bewegen lassen, der seinen Mittelpunkt in der Achse des beweglichen Spiegels und seinen Nullpunkt in der Richtung **BF** hat, in welcher die Alhidade steht, wenn ein fern gelegenes Richtobject **A** im halb belegten Spiegel **C** mit sich selbst zur Deckung gebracht ist. Wird nach dieser Anordnung des Spiegels, der Alhidade und des Gradbogens eine Messung ausgeführt, d. h. das Bild irgend eines Richtobjects, **E**, im halbbelegten Spiegel mit dem Gegenstande **A** zur Deckung gebracht, nach dem man, von einem fixen Punkte **D** aus, durch die unbelegte Glasfläche sieht, so giebt der doppelt genommene Bogen **FF'**, über den die Alhidade sich fortbewegte, die Größe des gemessenen Winkels an.

IX. Genau genommen, will man freilich den Winkel gemessen haben, den jene Gegenstände mit dem ſtren Augenpunkt D machen, und nicht den Winkel, den ſie mit dem Inderſpiegel B beſchreiben. Da indeſſen der Augenpunkt ganz nahe beim Inderſpiegel liegt, die Entfernung der Richtobjecte dagegen ſehr beträchtlich iſt, ſo wird der Fehler dieſer Winkel-Excentricität, nämlich der Unterſchied der Winkel ADE und ABE, ſo gering, daß er bei allen gewöhnlichen terreſtriſchen Meſſungen als verſchwindend außer Acht gelaſſen werden kann. Man nennt dieſen Fehler die Parallaxe des Inſtrumentes. Er läßt ſich übrigens genau berechnen, und kann daher bei genauen Meſſungen in Abrechnung gebracht werden.

X. Oben (unter VI.) haben wir davon geſprochen, daß der Neigungswinkel der beiden Spiegel ein anderer iſt, wenn ſie ein fernes, und wenn ſie ein nahe gelegenes Richtobject mit ſich ſelbſt zur Deckung bringen. Werden Winkel gemeſſen, welche in ſehr verſchiedenen Entfernungen ſtehende Richtobjecte mit dem Inderſpiegel oder dem Standorte machen, ſo muß bei genauen Meſſungen nothwendig ein bemerkbarer Fehler entſtehen, wenn die Stellung der Spiegel nicht rectificirt oder berichtigt wird. Dieſen Fehler nennt man den Inderfehler oder die Collimation des Inſtrumentes. Allein, da er bei der Meſſung von ſolchen Winkeln, wie ſie bei einer militairiſchen Detailaufnahme gewöhnlich vorkommen, nur ſehr unbedeutend ſein kann, weil die Differenz der Entfernungen in der Regel nicht groß iſt, ſo wird er ganz unbeachtet gelaſſen. Bei genaueren Meſſungen mit Spiegelinſtrumenten wird er jedoch in Rechnung gebracht. Die Gradeintheilung der letzteren iſt dann rückwärts über den Nullpunkt hinaus um einige Grade fortgeführt. Bevor die Meſſung beginnt, wird der Gegenſtand, mit dem man einen andern zur Deckung bringen will, mit ſich ſelbſt zur Deckung gebracht, der Inderfehler vom Nonius abgeleſen, und wenn hierauf die Meſſung ausgeführt iſt, von dem gefundenen Winkel entweder abgezogen, oder zu demſelben addirt, je nachdem er, in Bezug auf ſeine Lage zum Nullpunkt, poſitiv oder negativ iſt; d. h. ſteht der Inder der Alhidade rechts vom Nullpunkt des Limbus, ſo iſt die Collimation poſitiv, ſteht er links vom Nullpunkt des Limbus, ſo iſt die Collimation negativ.

XI. Da indeſſen Inſtrumente, welche nach No. VIII. conſtruirt ſind, keine große Genauigkeit gewähren können, weil ein jeder Meſſungs- oder Ableſungsfehler durch die Multipli-

kation des durch die Alhidade angezeigten Winkels mit 2 sich verdoppelt, durch Hinzutritt des parallaktischen und Inderfehlers noch vergrößert wird, so ist die Aufgabe zu lösen: dem Instrumente eine solche Einrichtung zu geben, daß die Alhidade, oder der Index, bei Drehung des Hauptspiegels immer um so viel Grade auf der Gradeintheilung fortrückt, als der durch die Reflexion beider Spiegel gemessene Winkel Grade enthält. Eine solche Einrichtung bekommt das Instrument, wenn beide Spiegel so angebracht werden, daß der halb belegte sich um seine Achse in der Peripherie der Gradeintheilung, der ganz belegte an einem Halbmesser um das Centrum der Gradeintheilung, und beide Spiegel sich so bewegen, daß, wenn der Hauptspiegel auf der Gradeintheilung um einen Centriwinkel fortrückt, der halb belegte nur um den Peripheriewinkel desselben Bogens sich dreht. Dann wird der durch die Reflexion beider Spiegel gemessene Winkel gleich dem Centriwinkel sein, um welchen sich der ganz belegte Spiegel bewegt hat. — Es sei Fig. 128

AB der ganz belegte Spiegel, welcher, senkrecht auf der Gradeintheilung stehend, mit dem Halbmesser, Cv, fest verbunden, um das Centrum, C, des Kreises beweglich ist.

DE der halb belegte Spiegel, welcher, gleichfalls senkrecht auf der Fläche der Gradeintheilung, in der Peripherie derselben, dem Hauptspiegel parallel und fast diametral gegenüberstehend, sich um seine senkrechte Achse, o, drehen kann, und mit einer Alhidade, ow, verbunden ist, die wieder durch einen Bogen, vw, von constanter Länge, mit dem Hauptspiegel in fester Verbindung steht. — Bewegt sich der Hauptspiegel, so muß sich auch der mit ihm durch die Alhidade und den Bogen vw in Berührung gebrachte halb belegte Spiegel um seine Achse drehen, und der Punkt w der Alhidade, in dem wir uns den fixen Augenpunkt des Instrumentes denken können, wegen des Bogens von constanter Länge, um eben so viel Grade auf der Gradeintheilung fortrücken, als der Hauptspiegel selbst. —

Es wird nun behauptet, daß, wenn der Hauptspiegel AB sich über irgend einen Bogen, vv', in die Lage von ab bewegt, sein Halbmesser Cv den Centriwinkel $vCv' = m$ beschrieben hat, während die Alhidade ow mit dem fixen Augenpunkt w über gleichen Bogen ww' fortgerückt ist, dabei den Peripheriewinkel $wow' = x$ beschrieben, den halb belegten Spiegel um seine Achse gedreht und in die Lage do ge-

bracht hat, der durch die Reflexion beider Spiegel gemessene Winkel Gv'F dem Centriwinkel m gleich sei.

Beweis, daß ∠ m = Gv'F.

Es ist m' = m als Umdrehungswinkel des Hauptspiegels AB.

x' = x als Umdrehungswinkel des halb belegten Spiegels DE.

m = 2 x als nach der Annahme auf dem Bogen vv' = ww' stehende Centri- und Peripheriewinkel.

m' = n da nach der Annahme AB || ED.

n = x' + s als äußerer und innere gegenüberliegende Winkel. Da nun ferner

n = m' = m = 2 x = 2 x' so muß auch

s = x' und mithin

m = 2 s oder gleich dem doppelten Neigungswinkel beider Spiegel sein. Da aber nach VIII. der doppelte Neigungswinkel zweier Spiegel gleich ist dem durch ihre Reflexion gemessenen Winkel, so muß auch der Centriwinkel m = ∠ Gv'F sein, was zu beweisen war.

Endlich wird auch der Bogen ww', über welchen die Alhidade sich bewegte, und der nach der Annahme dem Bogen vv' gleich ist, das Maß für den zu messenden Winkel Gv'F sein.

Es bleibt nun nur noch übrig, die Richtung des halb belegten Spiegels zur Alhidade ow, und des Hauptspiegels zum Halbmesser, vC, der Gradeintheilung zu bestimmen. Sie hängt von der Länge des constanten Bogens vw ab, um welchen die Mitte des Hauptspiegels von der Alhidade entfernt ist.

1) Die Richtung des halb belegten Spiegels. Gesetzt, es sei der Bogen vw = 12°, so wird ∠ wov = 6° sein, als Peripheriewinkel auf einem Bogen von 12°. Nun ist aber ∠ Dow = ∠ voE als Neigungswinkel des reflectirten und einfallenden Lichtstrahls, und ∠ Dow + wov + voE = 180°, mithin ∠ Dow + ½ wov = 90°; da wov = 6°, so ist ½ wov = 3°, und ∠ Dow = 90° − 3° = 87°, folglich steht auch der halb belegte Spiegel DE unter diesem Winkel zur Alhidade ow.

2) Die Richtung des Hauptspiegels. Da AB || DE, so ist auch ∠ ovA = ∠ voE als Wechselwinkel. Nun ist aber ∠ voE = ∠ woD (und nach 1) = 87°, mithin

auch $\angle ovA = 87°$. Ferner ist $\angle Cvo = \angle Cov$, als Winkel an der Grundlinie eines gleichschenkligen $\triangle Cov$, $\angle Cov$ aber nach 1) $= 6°$; mithin muß auch $\angle AvC = \angle Avo - \angle Cvo = 87° - 6° = 81°$ sein und folglich auch der Hauptspiegel AB unter einem Winkel von 81° zu dem Radius vC der Gradeintheilung stehen.

Die Größe der Winkel beider Spiegel mit der Alhidade und dem Radius hängt also von der Größe des Bogens vw ab, und kann nicht eher ermittelt werden, bis die Größe des letzteren bestimmt ist. Je kleiner indessen der Bogen vw angenommen wird, desto kleiner wird auch der parallaktische Fehler des Instrumentes sein.

Nothwendige Eigenschaften, wie Vortheile u. Nachtheile der Spiegelinstrumente.

§. 211. Von Meßinstrumenten, welche nach vorstehender Theorie der Spiegelung richtig construirt sind, wird gefordert:

1) daß ihre Spiegel vollkommen rein, eben und beide Flächen derselben genau parallel sind, weil sonst die Reflexion gestört und abgelenkt werden würde;

2) daß beide Spiegel vollkommen senkrecht auf der Ebene des Grabbogens stehen, und

3) daß die Sehelinien eine parallele Richtung mit der Ebene des Grabbogens haben.

Sie gewähren die großen Vortheile:

1) daß jeder Winkel mit ihnen aus freier Hand, gleich viel, ob man zu Fuß oder zu Pferde ist, gemessen werden kann, ohne daß irgend eine Vorbereitung dazu erforderlich wäre;

2) daß sie leicht transportirbar sind, daher überall mitgeführt, und selbst im Kriege, im Angesichte des Feindes, gebraucht werden können, und endlich

3) daß sie wenig wandelbar sind, weil die Zusammenfügung ihrer einzelnen Theile im Ganzen sehr einfach und dauerhaft ist.

Dagegen haben sie aber folgende ihnen eigenthümliche Nachtheile:

1) daß durch sie die Winkel, deren Schenkel nicht zufällig in einer Horizontalebene liegen, nicht in ihrer Horizontalprojection gemessen werden, mithin bei allen genauen Arbeiten, oder bei jeder bedeutenden Abweichung von der horizontalen Lage, erst auf den Horizont reducirt werden müssen, bevor sie aufgetragen werden können;

2) daß bei trübem, nicht ganz hellem Wetter entfernte Richtobjecte, besonders, wenn sie sich durch ihre lebhafte Farbe nicht scharf von ihrem Hintergrunde absondern, in keinem kla-

ren und deutlichen Bilde im halb belegten Spiegel erscheinen, mithin, wenn überhaupt, so sich doch nicht scharf zur Deckung bringen lassen, und daß bei sehr feuchter Luft, etwa nach einem Regen, sich wohl feine Wassertropfen an die Spiegelflächen setzen und die Spiegelung verhindern;

3) daß man bei einseitiger Beleuchtung der Richtobjecte, die im Schatten liegende Seite derselben häufig nicht im Spiegel sieht, und dadurch verleitet wird, die Mitte der hell erleuchteten Seite für die Achse des Richtobjects zu nehmen, wodurch der gemessene Winkel entweder zu groß oder zu klein wird. Endlich

4) daß eine fehlerhafte Construction dieser Instrumente sehr schwierig zu rectificiren ist, weshalb fehlerfreie Spiegelinstrumente sehr selten sind.

## 10. Der katoptrische Zirkel.

Beschreibung desselben.

§. 212. Der katoptrische oder katadioptrische Zirkel, Fig. 129, von Höschel 1783 in Augsburg erfunden, seit geraumer Zeit im Oesterreichischen Kaiserstaate bei topographischen Vermessungen mit Vortheil praktisch angewendet, ist auf der §. 210. VIII. dargestellten Theorie begründet, und zu flüchtigen militairischen Vermessungen recht brauchbar. Seine einfache Bauart und Handhabung, seine große Wohlfeilheit und leichte Tragbarkeit empfehlen ihn besonders für den Gebrauch im Kriege. Er besteht aus einem Viertelkreisbogen, AB, mit feststehendem Spiegel, B, Gradbogen, AC, feststehendem Schenkel, EF, Oculardiopter, D, und aus einem beweglichen Schenkel, EG, mit Hauptspiegel, E, und Nonius, ab.

a) Der Viertelkreisbogen oder Körper, AB, ist aus getriebenem Messing gearbeitet und etwa $\frac{3}{4}$″ breit. Auf dem einen Ende, B, desselben steht in der Richtung des Bogens und senkrecht auf der Fläche desselben, ein etwa $\frac{1}{4}$″ breiter, $\frac{1}{2}$″ hoher halbbelegter Planspiegel. Vom anderen Ende, A, aus ist auf dem Bogen die Gradeintheilung eines $\frac{1}{6}$ Kreises so eingravirt, daß, der Bequemlichkeit beim Ablesen des gemessenen Winkels wegen, jeder halbe Grad mit der Zahl eines ganzen Grades bezeichnet ist, und mithin der $\frac{1}{6}$ Kreisbogen die Bezeichnung eines Gradbogens von 0 bis 120° darstellt. Gewöhnlich ist die Gradeintheilung um 10 halbe Grade verlängert, so daß sie mit 130° schließt. — Um den Mittelpunkt des Kreises, dem dieser Bogen angehört, liegt eine kleine messingene Scheibe,

welche etwa $\frac{3}{4}''$ im Durchmeſſer und in ihrer Mitte eine ſenkrecht befeſtigte, koniſch ausgehöhlte Buchſe von Glockenmetall hat. Von der Scheibe laufen zwei Stäbe oder Schenkel von getriebenem Meſſing etwa $1\frac{1}{2}'$ lang, und etwa $\frac{1}{4}''$ breit, in der Richtung von Radien zum Bogen und zwar ſo, daß der Bogen von dem einen unmittelbar neben dem halbbelegten Spiegel B, von dem anderen aber um eine Noniuslänge a b vom Nullpunkt der Gradeintheilung entfernt getroffen wird. Dieſer letzte Schenkel iſt über den Bogen hinaus um etwa $1-1\frac{1}{2}''$ verlängert und mit einer ſtählernen Zirkelſpitze, F, verſehen. Unter dieſem, dem ſogenannten feſtſtehenden, Schenkel befindet ſich, in der Mitte, H, zwiſchen Mittelpunkt der Scheibe und Bogen, ein abnehmbarer Handgriff. Ebenſo iſt an ihm, unmittelbar neben der Meſſingſcheibe, ein Anſatz mit einem ſcheibenförmigen Oculardiopter, D, befeſtigt, welches ſenkrecht auf der Ebene des Stabes und der Gradeintheilung ſteht. Nimmt ein Fernrohr die Stelle des Oculardiopters ein, ſo gewinnt das Inſtrument an Brauchbarkeit. Die Viſirlinie durch das Ocularloch nach der Linie des halbbelegten Spiegels, in welcher ſich das mit Staniol belegte von dem unbelegten, daher durchſichtigen, Spiegelglas ſcheidet, muß parallel mit der Fläche des Körpers laufen.

b) Der bewegliche Schenkel, gleichfalls aus getriebenem Meſſing gearbeitet, iſt eben ſo lang und breit, wie der feſtſtehende Schenkel, und läuft auch, wie jener, an einem Ende in eine ſtählerne Zirkelſpitze G aus. An dem anderen Ende erweitert er ſich zu einer runden Scheibe E, von gleicher Größe mit der erſt genannten, mit der er durch einen koniſchen ſtählernen Zapfen in Verbindung ſteht, deſſen ſenkrecht zu ihm und zum Körper ſtehende Achſe durch den Mittelpunkt beider Scheiben geht, in die oben erwähnte Buchſe geſteckt, und in ihr durch eine unterhalb vorgeſchraubte ſcheibenförmige Schraubenmutter feſtgehalten wird. Dieſer Schenkel läßt ſich mithin um den Mittelpunkt des Bogens in der Richtung eines Radius bewegen, und bildet gemeinſam mit dem feſten Schenkel einen Zirkel, deſſen Kopf durch die beiden Scheiben dargeſtellt wird. — Auf der Scheibe des beweglichen Schenkels ſteht, gerade über dem Mittelpunkt des Bogens, der Haupt- oder Inderſpiegel *) in

*) Der Haupt-, der halbbelegte Spiegel, und das ſcheibenförmige Oculardiopter ſind in Fig. 130, in F, K und H, im perſpectiviſchen Aufriß zu ſehen.

einer Faſſung von Meſſing, ſenkrecht auf der Ebene der Gradeintheilung und in der Richtung des Schenkels. Er läßt ſich alſo mit dieſem zugleich um den Mittelpunkt des Gradbogens bewegen. — An dem Theile des beweglichen Schenkels, der auf dem Gradbogen ruht, iſt ein Nonius a b angeſchroben. Da er die Länge von 14 oder 24 halben, hier ganzen Graden, wie ſie der Limbus dieſes Inſtrumentes darſtellt, hat, und dieſe Länge in 15 oder 25 Theile zerlegt worden iſt, ſo giebt er den gemeſſenen Winkel im erſteren Fall bis auf 4, im letzteren bis auf 2,4 Minuten Genauigkeit. Legt man den beweglichen Schenkel ſo auf den feſtſtehenden, daß ſich beide Schenkel genau decken, ſo muß der Index des Nonius auf dem Nullpunkt der Gradeintheilung ſtehen, und das Bild des entfernten Richtobjectes, nachdem man durch das Oculardiopter und den durchſichtigen Theil des feſtſtehenden Spiegels ſieht, durch Reflexion in letzterem erſchienen und zur Deckung gebracht ſein. — Um dem beweglichen Schenkel mehr Feſtigkeit geben und ihn zugleich feſtſtellen zu können, befindet ſich im Bogen des Körpers ein bogenförmiger Ausſchnitt c d, durch welchen ein unterhalb am beweglichen Schenkel befindlicher ſenkrechter ſtählerner Zapfen geſteckt wird, deſſen Ende mit einem Schraubengewinde verſehen iſt, auf welches eine Flügelmutterſchraube, die ſogenannte Klemm- oder Stellſchraube, paßt.

§. 213. Die an dem katoptriſchen Zirkel vorkommenden Fehler können in den Spiegeln, in einer ungenauen Theilung des Gradbogens und in einer excentriſchen Bewegung des beweglichen Schenkels ihren Grund haben. Prüfung des Inſtrumentes.

1) Die Spiegelfehler ſind:

a. Fehler in der Ebenheit der Oberfläche, welche ſich durch ein verzerrtes Spiegelbild erkennen laſſen. — Um die Spiegel in dieſer Beziehung zu prüfen, nimmt man irgend einen von ebenen Flächen begrenzten mathematiſchen Körper, etwa einen Würfel, in die Hand und läßt ſein Bild an verſchiedenen Stellen im Spiegel erſcheinen. Bleibt daſſelbe ohne Verſchiebung der Seiten überall ſich gleich, ſo ſind die Spiegelflächen eben, wird aber irgendwo eine Seite unterbrochen, kürzer oder gekrümmt, ſo hat das Spiegelglas entweder kleine kaum bemerkbare Bläschen, oder der Spiegel iſt uneben und muß ſofort durch einen anderen erſetzt werden.

b. Fehler in der Parallelität der Vorder- und Hinterfläche. — Beim ganz belegten Spiegel laſſen ſie ſich erkennen, wenn man die Bilder naher und gut erleuch-

teter Gegenstände unter einem möglichst spitzen Winkel in den Spiegel fallen läßt. Sind beide Flächen desselben nicht parallel, so zeigen sich die Bilder mit doppelten Rändern. — Beim halbbelegten Spiegel, wenn man irgend ein Fernrohr mit Fadenkreuz, etwa das einer Kippregel, auf einen scharfen hell erleuchteten Gegenstand, etwa auf die Knopfstange eines Thurmes, richtet, und den Kreuzpunkt der Fäden mit demselben zur Deckung bringt. Hält man hierauf den durchsichtigen Theil des Spiegels vor das Objectivglas, verschiebt sich sodann scheinbar jener Gegenstand und wird er nicht mehr vom Fadenkreuz richtig geschnitten, so sind die Flächen des Spiegelglases nicht parallel, und in der Richtung zu einander geneigt, in welcher die Verschiebung Statt findet. — Da Spiegel dieser Art die Richtung des reflectirten und des durch das Glas gehenden Licht- und Visirstrahls brechen und ablenken, mithin einen nachtheiligen Einfluß auf die Winkelmessung ausüben, so müssen sie als unbrauchbar verworfen werden.

c. Fehler in der senkrechten Stellung der Spiegel. Zunächst untersucht man die Stellung des halbbelegten Spiegels, indem man durch das Ocularloch und den unbelegten Theil desselben nach einer geraden horizontalen Linie, etwa der oberen Kante oder Firste eines entferniten Daches, so sieht, daß diese sowohl durch das Spiegelglas als zu beiden Seiten desselben sichtbar wird. Bilden die drei Theile jener Linie genau eine einzige gerade Linie, so ist die Stellung des Spiegels richtig. Ist aber etwa die Linie außerhalb des Glases niedriger als im Glase, so ist der Spiegel nach hinten; ist jene Linie außerhalb des Glases aber höher als im Glase, so ist der Spiegel nach vorn zu überhängend. Im ersteren Falle muß die kleine Schraube vor, im letzteren Falle die kleine Schraube hinter dem Spiegel, durch welche er mit dem Körper des Instrumentes verbunden ist, mehr angezogen und dem Spiegel dadurch eine senkrechte Stellung gegeben werden. — Hat man die Stellung des halbbelegten Spiegels genau rectificirt, so bringt man in ihm irgend einen Gegenstand, der aber hell erleuchtet und scharf bestimmt sein muß, durch den Hauptspiegel mit sich selbst zur Deckung. Wird der Gegenstand durch das Spiegelbild verkürzt, so hängt der Hauptspiegel vorn über, und die beiden Schrauben, mit welchen er an der Scheibe befestigt ist, müssen etwas nachgelassen werden; wird aber das Spiegelbild verlängert, so hängt der Spiegel nach hinten über, und jene Schrauben müssen mehr angezogen werden. Hilft dies

nichts, so kann nur der Mechanikus die Stellung des Spiegels rectificiren.

d. Fehler in der Neigung der Spiegel zu einander. Die Stellung der Spiegel zu einander soll nach §. 110 parallel, oder so sein, daß, wenn der Index auf Null steht, durch die doppelte Reflexion beider Spiegel ein sehr entfernter Gegenstand mit sich selbst zur Deckung oder genau in die vertikale Visirebene gebracht wird. Geschieht dies nicht, so haben die Spiegel eine unrichtige Stellung und die letztere muß rectificirt werden. Dazu dienen ein Paar Schräubchen, die hinten an der Messingbekleidung des Hauptspiegels angebracht sind, und vermittelst welcher man die eine oder die andere Seite des Spiegelglases mehr vorschieben kann. Fällt das Spiegelbild links von dem durch das Glas sichtbaren Richtobject, so läßt man die rechte Schraube nach und zieht die linke mehr an; fällt es rechts, so verfährt man umgekehrt. Doch muß man hernach auch wieder die nachgelassene Schraube anziehen, damit der Spiegel eine feste Stellung gewinnt, und überhaupt sehr vorsichtig zu Werke gehen, weil sonst das Glas gesprengt werden kann. Diese Correction des Collimationsfehlers muß stets vor dem Beginne einer jeden Arbeit mit dem Instrumente geschehen.

2) Die Theilungsfehler des Gradbogens können vielleicht durch einen richtigen Transporteur oder durch einen Stangenzirkel, sonst nur durch den Mechanikus, oder wie

3) der Fehler der Excentricität dadurch ermittelt werden, daß man um einen Punkt herum 4, 5 oder 6 Winkel, deren Schenkel durch hellerleuchtete und scharfe Richtobjecte bezeichnet sind, mißt, die für sie gefundenen Größen addirt und sieht, ob ihre Summe = 360° ist. Es versteht sich, daß man dies Verfahren mehrere Mal wiederholt, um überzeugt zu sein, daß man richtig abgelesen und genau gemessen hat. Findet sich dann in der Summe der Gradzahl für die gemessenen Winkel und 360° eine Differenz, so ist der Fehler entdeckt, der nur von einem geschickten Mechanikus oder vielleicht gar nicht rectificirt werden kann, wenn man dem Instrument nicht eine ganz neue Gradeintheilung geben lassen will.

Gebrauch des katoptrischen Zirkels. a) Zur Winkelmessung.

§. 214. Will man den Winkel, den irgend zwei Richtobjecte mit dem Standorte machen, auf dem man sich befindet, vermittelst des katoptrischen Zirkels messen, so nimmt man das Instrument mit der, unterm feststehenden Schenkel befestigten Handhabe in die rechte Hand, bringt den Hauptspiegel senkrecht über den Scheitelpunkt des Winkels, das Instrument in die

Richtung der Ebene, worin der Winkel liegt, ſieht durch das Oculardiopter und den durchſichtigen Theil des feſtſtehenden Spiegels nach dem zur Linken gelegenen Richtobjecte, und öffnet und bewegt mit der linken Hand den beweglichen Schenkel ſo weit und ſo lange, bis das andere Richtobject durch Reflexion im feſtſtehenden Spiegel erſcheint und mit dem erſteren zur Deckung gebracht iſt. Hierauf befeſtigt man den beweglichen Schenkel durch Anziehung der unterhalb angebrachten Stellſchraube an dem Kreisbogen, lieſt vom Limbus die Gradzahl ab, auf die der Nonius zeigt, vom Nonius die Gradtheile und erhält dadurch die Größe des gemeſſenen Winkels. — Wären an der Theilung des Grabbogens die halben Grade nicht wie ganze bezeichnet, ſo müßte man die gefundene Größe des gemeſſenen Winkels noch mit 2 multipliciren, um ſeinen wahren Werth zu erhalten, nach jener Einrichtung kann er aber unmittelbar vom Limbus und Nonius abgeleſen werden. (Vergleiche §. 218, 219, 220 und 222.)

b) Zum Auftragen des gemeſſenen Winkels.

§. 215. Soll der gemeſſene Winkel durch Hilfe des Inſtruments ſogleich auf das Papier getragen werden, ſo ſtelle man vor der Meſſung den beweglichen Schenkel auf 120°, wodurch nach der beim Bau des Inſtrumentes getroffenen Einrichtung die Entfernung beider Zirkelſpitzen, G und H, gleich der Länge der Schenkel des katoptriſchen Zirkels, vom Umdrehungspunkt bis zur Spitze, wird, ſetze die eine Spitze in den Punkt, an welchen der Winkel angetragen werden ſoll, und beſchreibe mit der anderen einen Bogen. Hierauf meſſe man den Winkel, und trage auf den beſchriebenen Bogen die Entfernung der beiden Zirkelſpitzen, oder den Bogen FG, zweimal auf (§. 210. VIII.), ſo erhält man, wenn durch die, auf den Bogen aufgetragenen, äußerſten Punkte und den Mittelpunkt deſſelben gerade Linien gezogen werden, den gemeſſenen Winkel. Die Richtigkeit dieſer Conſtruction beruht auf der richtigen Länge der Schenkel vom Umdrehungspunkt bis zur Spitze, und auf der richtigen Entfernung der Spitzen von einander. Sind die letzteren alſo verbogen, abgeſchliffen, oder wird der bewegliche Schenkel nicht genau auf 120° eingeſtellt, bevor man den Bogen um den Scheitelpunkt des aufzutragenden Winkels ſchlägt, oder trägt man die Entfernung der Zirkelſpitzen nicht genau in die Kreisbogenlinie ein, ſo iſt die Conſtruction unrichtig. Sie iſt alſo vielen Vexationen ausgeſetzt, und das Inſtrument viel brauchbarer zur Winkelmeſſung als zum Auftragen der gemeſſenen Winkel.

## 11. Der Reflector.

§. 216. Der Reflector, kleine Halbkreis-Spiegelsextant oder der patentirte reflectirende Halbkreis, Fig. 130, ist von dem englischen Oberstlieutenant Howard Douglas erfunden und auf dem oben §. 210. XI. entwickelten Kalkül begründet, von dem preußischen Obersten von Decker in der preußischen Armee gemeinnützig gemacht, und zu flüchtigen militairischen Vermessungen aus eben denselben Gründen, die wir oben in Bezug auf den katoptrischen Zirkel erwähnten, mit großem Nutzen zu gebrauchen. Da er mehr Genauigkeit als jenes Instrument gewährt, und mit einer Vorrichtung verbunden ist, vermittelst welcher der gemessene Winkel unmittelbar graphisch aufgetragen werden kann, so verdient er sogar noch den Vorzug vor demselben. — Er besteht aus einem Lineal, AB, das mit einem Halbkreis D mit Gradeintheilung, wie bei einem gewöhnlichen Transporteur, verbunden ist; aus einem kurzen beweglichen Schenkel, EJ, auf dem der Hauptspiegel, F, steht, und aus dem langen beweglichen Schenkel, GB, mit Oculardiopter, H, auf dem einen, und dem halbbelegten kleinen Spiegel K, auf dem anderen Ende.

a. Das Lineal, AB, ist aus getriebenem Messing verfertigt, etwa 5″ lang, fast 1″ breit und auf der Seite des Halbkreises scharf abgeschliffen. Zuweilen befindet sich auf ihm ein hunderttheiliger Maßstab, in dem zu dem gewöhnlichen militairischen Aufnahmen üblichen Verhältniß zur natürlichen Länge, welcher über die zugeschärfte Kante so fortgeführt ist, daß mittelst desselben Entfernungen auf dem Papier abgesetzt werden können, ohne sich des Zirkels zu bedienen. — Der Halbkreis, D, fast $\frac{3}{4}$″ breit, mit dem Lineal aus einem Stücke bestehend, mit einer fein gravirten Theilung zu ganzen und halben Graden von 0 bis 130° versehen, schließt sich dem Lineal unmittelbar an. Sein Mittelpunkt, C, liegt aber nicht in der Mitte der Länge des Lineals, sondern so nach einem Ende, B, desselben zu, daß der Halbkreis hier mit demselben abschneidet, während das entgegengesetzte Ende, A, des Lineals noch etwa 1″ über den Halbkreis hinaussteht und die Handhabung des Instrumentes erleichtert. — Um den Mittelpunkt des Halbkreises befindet sich eine runde, inwendig offne oder hohle cylindrische Vorrichtung, in der Form eines concentrischen Ringes o o aus Glokkenmetall. In diesen Ring wird ein ringförmiger Einsatz von Messing geschoben, welcher durch einen schwachen Boden halb geschlossen ist. Der durch die gerade Bodenlinie dargestellte Diameter des Ringes wird in die Richtung der scharfen Kante

des Lineals gestellt, und der Mittelpunkt des Halbkreises in ihr, wie beim Transporteur, durch einen kleinen Zeiger oder durch die Spitze der senkrechten Seite eines Einschnittes bezeichnet.

b. Der kurze bewegliche Schenkel, EJ, mit dem Hauptspiegel, F, bewegt sich um den concentrischen Ring oo vermittelst eines ähnlichen, aber massiveren Ringes, JJ, von Messing, der mit ihm aus einem Stücke gearbeitet ist. Die dem Lineal zugekehrte Kante dieses Schenkels ist zugeschärft, liegt in der Richtung auf den Mittelpunkt C, und bewegt sich daher, wenn der Schenkel um diesen gedreht wird, stets in der Richtung eines Radius. — Der Hauptspiegel F, etwa $\frac{1}{2}''$ hoch und breit, in einer Fassung von Messing, die nur die spiegelnde Fläche frei läßt, ruht auf dem kurzen Schenkel senkrecht über der Gradeintheilung, während der Schenkel selbst, zur bequemeren Handhabung, noch etwa einen Zoll über den Halbkreis hinausragt. Die Umdrehungsachse des Spiegels muß sich genau concentrisch um den Mittelpunkt, C, des Halbkreises bewegen, wenn der Schenkel um denselben herum bewegt wird. — Der Seite des kurzen beweglichen Schenkels, welche dem Lineal abgekehrt ist, schließt sich ein mit jenem Schenkel aus einem Stücke gearbeiteter dreieckförmiger Vorsprung, a b c, an, dessen eine Seite, a b, wie der Halbkreis gekrümmt, diesen deckt, während die andere, dem Schenkel abgekehrte Seite, b c, in der Richtung eines Radius liegt. Auf diesem Vorsprunge steht ein, mit einem Knopfe versehener, cylindrischer Zapfen L. — Der bogenförmige Nonius, de, mit jenem Vorsprung aus einem Stücke gearbeitet, mit dem Ringe J vermittelst des in der Richtung eines Radius liegenden Schenkels e f zur größern Sicherheit verbunden, ist so construirt, daß eine Länge gewöhnlich von 14 halben Graden des Halbkreises in 15 Theile, ausnahmsweise von 29 halben Graden in 30 Theile zerlegt ist, und daß er mithin den gemessenen Winkel im ersteren Falle bis auf 2 Minuten, im letztern bis auf 1 Minute Genauigkeit angeben kann. — Ist der kurze bewegliche Schenkel an das Lineal herangerückt, und liegt seine Schärfe mit der Schärfe des letzteren in einer Vertikalebene zum Limbus, so muß der Index des Nonius auf den Nullpunkt der Gradeintheilung zeigen.

c. Der lange bewegliche Schenkel oder das Richtscheid, GB, ist mit einem Ende, B, durch einen konischen stählernen Zapfen, auf den unterhalb eine ringförmige Schraubenmutter paßt, mit einer auf dem Lineal befestigten Buchse, m n,

von

von Glockenmetall oder Meſſing verbunden. Dieſe Buchſe ſteht ſenkrecht auf einer ſcheibenförmigen Erweiterung des Endes des Lineals, an dem der Halbkreis mit ihm abſchneidet, und in der Verlängerung der Gradeintheilung. — Das Richtſcheid iſt etwas länger als der Durchmeſſer des Halbkreiſes, etwa $\frac{1}{2}''$ breit, und vermittelſt des cylindriſchen Zapfens, L, mit dem kurzen beweglichen Schenkel dadurch in Verbindung geſetzt, daß es in ſeiner Längenrichtung durchbrochen oder mit einem Falz, g h, verſehen iſt, durch den jener Zapfen geſteckt wird. Letzterer muß genau die Breite des Falzes zum Durchmeſſer haben, und von deſſen vertikalen Seitenwänden, die von der Mittellinie des Richtſcheides überall genau gleichweit entfernt ſind, ſcharf tangirt werden. Bewegt ſich der kurze Schenkel, ſo bewegt ſich vermöge dieſer Verbindung auch das Richtſcheid, während der cylindriſche Zapfen in jenem Falz entweder nach dem einen Ende hinunter, oder nach dem andern des Richtſcheids herauf läuft, je nachdem der kurze bewegliche Schenkel vom Lineal entfernt, oder demſelben näher gebracht wird. Das Richtſcheid bleibt dabei aber ſtets um den conſtanten Bogen LF von der Mitte des Hauptſpiegels entfernt. — Ueber dem Umdrehungspunkt des Richtſcheids ſteht, ſenkrecht zur Ebene des Limbus, der halbbelegte Spiegel, k, der etwa $\frac{1}{2}''$ hoch, $\frac{1}{4}''$ breit und gleichfalls, ſo weit er ſpiegelt, mit Meſſing bekleidet iſt. Die durchſichtige Glasfläche ragt alſo etwa um $\frac{1}{4}''$ über die Meſſingfaſſung hervor. Auf dem anderen Ende des Richtſcheids befindet ſich das Ocular diopter, in Form einer runden meſſingenen Scheibe mit einem Ocularloche. Während die Umdrehungsachſe des kleinen Spiegels, die Mitte des Hauptſpiegels und der cylindriſche Zapfen, L, ſich in der Peripherie eines zum Mittelpunkt, C, des Gradbogens concentriſchen Kreiſes befinden, ſteht das Ocular diopter außerhalb des Gradbogens. Sein Ocularloch liegt mit der Halbirungslinie des kleinen Spiegels, oder mit der Grenze zwiſchen dem ſpiegelnden und durchſichtigen Theil deſſelben, in einer mit der Fläche des Limbus parallelen Ebene.

§. 217. Die am Reflector vorkommenden Fehler ſind dieſelben, die ſich am katoptriſchen Zirkel zeigen, und werden auf dieſelbe Weiſe aufgeſucht, gefunden und rectificirt, wie bei jenem Inſtrumente (§. 213). Hat ſich der Zapfen, welcher das Richtſcheid mit dem kurzen beweglichen Schenkel verbindet, abgeſchliffen, ſo muß er ſofort durch einen neuen erſetzt, und wenn die Seitenwände des Falzes ſich irgend wo mehr, als an einer anderen Stelle, ausgearbeitet haben, ſo muß der ganze Falz brei-

Prüfung des Reflectors.

ter gemacht und ein neuer, dem angemessener, cylindrischer Zapfen eingeschroben werden, weil sonst der gemessene Winkel entweder zu klein oder zu groß, je nachdem die eine oder die andere Seitenwand des Falzes den Zapfen unberührt läßt, abgelesen wird. Ob die Seitenwände des Falzes eine senkrechte Stellung, und einen gleichmäßigen Abstand von der Mittellinie des Richtscheides und von der mit ihr in einer Vertikalebene liegenden Visirstrahl haben, kann nur durch den Mechanikus ermittelt werden, wenn sich der erstere Fehler nicht etwa durch ein Abschleifen des obern oder unteren Theiles des Zapfens oder Falzes zu erkennen giebt.

Gebrauch des Reflectors zur Messung von horizontalen od. geneigten Winkeln; wie z. Abstreckung von Perpendikeln ꝛc.

§. 218. Beim Gebrauch dieses Instrumentes hält man das Lineal in der rechten Hand, öffnet mit der linken den kurzen beweglichen Schenkel *), indem man, durch das Ocularloch und das unbelegte Glas des kleinen Spiegels hindurch, nach dem Richtobject im Endpunkt des linken Schenkels des zu messenden Winkels visirt. Bringt man dabei die Fläche des Instrumentes in die Ebene des Winkels, so wird das Object im Endpunkt des rechten Schenkels im Hauptspiegel erscheinen, von diesem in den kleinen Spiegel reflectirt und dem Auge sichtbar werden. Sobald beide Objecte, das eine in unbelegtem Glase, das andere in der spiegelnden Fläche, dem Auge senkrecht unter einander erscheinen, oder zur Deckung gebracht sind, so ist der Winkel gemessen, und man liest seine Größe vom Limbus

*) Auch kann man das Instrument auf die ausgestreckte flache linke Hand legen, den zweiten und dritten Finger der rechten Hand gegen das über den Gradbogen herausragende Ende des Lineals stützen, und mit dem Daumen derselben Hand den kurzen beweglichen Schenkel successive so weit zurückdrücken, bis das zur Rechten liegende Richtobject im halbbelegten Spiegel erscheint und zur Deckung gebracht ist. Sind die zu messenden Winkel nicht sehr groß, so scheint es vortheilhafter zu sein, das Instrument auf diese Weise zu halten, weil es hierdurch eine sichere und ruhigere Lage gewinnt, als wenn es mit der rechten Hand gehalten wird. Um den kurzen beweglichen Schenkel bei der Messung selbst nicht so weit öffnen zu dürfen und wo möglich sogleich von Hause aus das zur Rechten liegende Richtobject im kleinen Spiegel sichtbar zu erhalten, ist es zweckmäßig vor der Messung die Größe des Winkels nach dem Augenmaße zu schätzen und den Index des Instrumentes auf die hierdurch gefundene Gradzahl einzustellen. Der Winkel darf aber nicht zu groß angenommen werden, weil das Zurückrücken des kurzen beweglichen Schenkels von der Linken zur Rechten viel schwieriger ist, als ein Verschieben desselben in entgegengesetzter Richtung.

ab. *) — Ist der zu messende Winkel größer als 130°, so muß derselbe in zwei oder mehrere kleinere Winkel zerlegt, und jeder dieser Winkel für sich gemessen werden. Ihre Summe giebt dann natürlich die Größe des ganzen Winkels. — Der Uebelstand, daß die Winkel nur stets von der linken zur rechten Hand gemessen werden können, tritt nur dann empfindlich hervor, wenn die Sonne dem Spiegel gegenüber tief am Horizont steht, und ihre Strahlen blendend in die Spiegel wirft. Ein Blättchen Papier, welches mit Wachs auf dem Reflector befestigt wird und den Spiegel in Schatten stellt, kann indessen in den meisten Fällen dieser Unannehmlichkeit vorbeugen.

Daß mit dem Reflector wie mit dem katoptrischen Zirkel alle die Aufgaben gelöst werden können, die mit dem Meßtisch, der Boussole und dem Astrolabium durch Winkelmessung zu lösen sind, geht aus ihrer Construction zur Genüge hervor. Wir halten uns daher nicht mit einer Wiederholung dessen auf, was wir bereits gesagt haben, nur bemerken wir, daß beide Instrumente sehr bequem sind, um von einem Punkte, zu dem man nicht gelangen kann, einen Perpendikel auf irgend ein Alignement zu fällen. Man stellt dann den Index genau auf 90°, geht in jenem Alignement, indem man, durch das Diopter und das durchsichtige Glas des kleinen Spiegels, nach einem Endpunkt desselben sieht und jenen nicht zu erreichenden Punkt zur Rechten hat, so lange fort, bis der letztere durch Reflexion im kleinen Spiegel erscheint und zu Deckung gebracht ist. Bleibt man sodann stehen und steckt in den senkrecht unter dem Hauptspiegel im Alignement liegenden Punkt irgend einen Stab vertikal in den Boden, so bezeichnet derselbe mit jenem entfernten Punkt das Alignement des verlangten Perpendikels.

---

*) Soll ein Winkel sehr genau, vielleicht zur Ausführung einer Triangulation, gemessen werden, so ist es nöthig, vor Ausführung der Messung den Collimations- oder Indexfehler zu berichtigen. Dies geschieht, indem man den Index des Instrumentes auf 0 stellt, nach dem linken Richtobject sieht, und untersucht, ob dieses im halbbelegten Spiegel mit sich selbst scharf zur Deckung gebracht ist. Sollte dies nicht der Fall sein, so wird die Stellung des Hauptspiegels durch Anziehen und Nachlassen, der hinten an seinem Gehäuse angebrachten Schräubchen (§. 213. 1 d) rectificirt und dadurch der Collimationsfehler weggeschafft. — Es versteht sich von selbst, daß diese Correction vor jeder neuen Messung, bei welcher man ein anderes Richtobject zur Linken hat, wiederholt werden muß.

Practische Reduction geneigter Winkel auf den Horizont.

§. 219. Schon oben (§. 211) wurde erwähnt, daß Winkel, deren Schenkel in einer geneigten Ebene lägen, mit Spiegelinstrumenten nicht in ihrer Horizontalprojection gemessen würden, mithin bei allen genauen Messungen, erst auf den Horizont reducirt werden müßten, bevor sie aufgetragen werden könnten. Da indessen der Reflector ebenso wenig als der katoptrische Zirkel zur genauen trigonometrischen Netzlegung, sondern nur zur Detailaufnahme und der dabei vorkommenden geometrischen Triangulation benutzt wird, wobei die gemessenen Winkel entweder mit diesen Instrumenten selbst, oder mit dem Transporteur aufgetragen werden, und weder Zeit noch Muße vorhanden ist, sich auf die Berechnung der Reduction derselben auf den Horizont einzulassen, so nimmt man die Messungen der Winkel, deren Schenkel in wenig geneigten Ebenen liegen, als horizontale Messungen an, und trägt sie, da die Differenz des geneigten mit dem horizontalen Winkel nur sehr gering und bei der Unvollkommenheit der Zeichneninstrumente in der Zeichnung entweder gar nicht oder kaum merklich sein kann, ohne Weiteres auf das Papier. Liegen aber die Endpunkte der Schenkel der zu messenden Winkel in sehr verschiedenen Horizontalen (Höhen), so hilft man sich dadurch, daß man im Alignement jener Punkte Perpendikel errichtet oder Zwischenpunkte absteckt, die mit dem Stationsort im Scheitelpunkt in gleicher oder fast gleicher Höhe liegen, und den Winkel dieser Perpendikel oder Zwischenpunkte mit dem Standorte mißt, wodurch der zu messende Winkel practisch auf den Horizont reducirt wird.

Messung von Vertikalwinkeln mit dem Reflector u. katoptrischen Zirkel.

§. 220. Der Reflector, wie der katoptrische Zirkel, kann selbst zur Messung von Vertikalwinkeln benutzt werden. Zu flüchtigen Messungen, wenn man die Ebene der Gradeintheilung nach dem Augenmaße vertikal hält, durch das Diopter und die unbelegte Glasfläche des kleinen Spiegels nach einem mit dem Standorte scheinbar gleich hochliegenden Richtobjecte visirt, und den Höhen- oder Tiefenpunkt, dessen Vertikalwinkel mit dem Standort gemessen werden soll, im halbbelegten Spiegel zur Deckung bringt. Zu genauen Messungen, wenn man einen sogenannten künstlichen Horizont zur Hilfe nimmt. Dieser besteht entweder aus einer mit Quecksilber gefüllten Schaale von einigen Zollen im Durchmesser, in der sich das Quecksilber durch seine eigne Schwere und Flüssigkeit au niveau setzt, oder aus einem Planspiegel von schwarzem Glase oder ebengeschliffener und polirter Lava, in einer messingenen Fassung mit drei vertikalen Stellschrauben, welcher sich

vermittelst der letzteren, und mit Hülfe einer darauf gestellten dosenförmigen Wasserwage, auf irgend einer festen Unterlage horizontal stellen läßt. Stellt man sich nun bei der Messung eines Höhenwinkels so hinter den künstlichen Horizont, daß man auf dessen Fläche*) das Spiegelbild des Höhenpunktes erblickt, und hält man das Instrument in vertikaler Lage möglichst nahe dem künstlichen Horizont, indem man, durch das Diopter und unbelegte Glas des kleinen Spiegels, nach jenem Spiegelbild im künstlichen Horizont visirt und dasselbe mit dem vom Hauptspiegel reflectirten Bilde des dazu gehörigen Gegenstandes im kleinen Spiegel zur Deckung bringt, so ist der Winkel, welchen der Index auf dem Limbus des Instrumentes anzeigt, gleich dem doppelten Höhenwinkel, der gemessen werden sollte. Denn ist a b, Fig. 131, der künstliche Horizont, d c e der zu messende Winkel, so ist d c e = g c b als Neigungswinkel des einfallenden und reflectirten Lichtstrahls,

g c b = e c f als Scheitelwinkel und folglich

d c e + e c f = d c f = 2 d c e. — Da nun aber der Visirstrahl n c nach dem Spiegelbilde im künstlichen Horizont in der Richtung von g f sich befindet, in welcher zugleich beide Spiegelbilder zur Deckung gebracht werden, so giebt auch das Instrument die Größe des Winkels d c f = 2 d c e, oder die doppelte Größe des zu messenden Winkels, welche mithin durch 2 dividirt werden muß. Streng genommen giebt diese Messung nicht den Winkel d c f, sondern den Winkel d n f, allein dieser parallaktische Fehler ist höchst unbedeutend, da die Entfernung c n des Hauptspiegels von dem Spiegelbild im künstlichen Horizont im Vergleich zur Entfernung c d des Gegenstandes, dessen Höhe gemessen werden soll, vom Standorte, sehr klein und mithin auch die Differenz der Winkel d n f und d c f sehr unbedeutend ist, und sich durch die Division mit 2 noch um die Hälfte vermindert.

Auftragen der gemessenen Winkel mit dem Reflector.

§. 221. Sollen die gemessenen Winkel mit dem Reflector sogleich auf das Papier getragen werden, so legt man das Instrument unmittelbar nach der Messung recht behutsam, damit der kurze bewegliche Schenkel sich nicht verrücke, flach auf das Papier, bringt den Mittelpunkt der Gradeintheilung an den be-

*) Sollte der künstliche Horizont von Quecksilber, wie es häufig geschieht, ein mattes Häutchen haben und daher kein scharfes und klares Spiegelbild geben, so muß man jenes Häutchen unmittelbar vor der Messung mit der Fahne einer Feder oder mit einem Stückchen Papier an den Rand der Schaale schieben.

zeichneten Scheitelpunkt, und die Schärfe des Lineals (oder des kurzen beweglichen Schenkels) in die auf dem Papier gezogene Richtung des einen Schenkels des anzutragenden Winkels, und zieht mit einer messerförmig zugeschärften Bleistiftspitze, an der Schärfe des kurzen beweglichen Schenkels (oder des Lineals) eine feine Linie, so wird diese den anderen Schenkel des gemessenen Winkels darstellen. — Wenn es nöthig erachtet wird, kann diese Linie, welche den Scheitelpunkt des Winkels, wegen des Ringes J, um den sich der kurze Schenkel bewegt, nicht erreicht, und wegen des Hauptspiegels oder Kreisbogen des Instrumentes nur kurz oder unterbrochen sein kann, mit Hilfe eines Lineals auf beiden Enden leicht verlängert werden.

Messung ungangbarer Entfernungen mit dem Reflector und katoptrischen Zirkel.

§. 222. Der Reflector, wie der katoptrische Zirkel sind für den Gebrauch im Felde und beim Croquiren von Gegenden durch von großem Werth, daß man mit ihnen sehr schnell, und fast ohne alle Vorbereitung, ungangbare Entfernungen, wie sie gewöhnlich vorkommen, mit vollkommen ausreichender Genauigkeit für jene Fälle messen kann. Das ganze Verfahren ist darauf begründet, daß in einem rechtwinkligen Triangel die Kathethen in einem bestimmten trigonometrischen Verhältniß zu einander stehen. Betrachtet man nämlich die eine Kathete AB, Fig. 132, als Radius, so steht die andere Kathete BC zu ihr in dem Verhältniß der Cotangente des Winkels ACB, der durch sie und die Hypothenuse eingeschlossen wird. Ist dieser Winkel ACB = 45°, so sind beide Katheten einander gleich, weil Cotangente 45° = 1 ist. Kann also die eine derselben BC gemessen werden, so ist dadurch zugleich die Länge der anderen ungangbaren AB gefunden. Allein oft ist AB sehr lang, und man hat weder Raum noch Zeit, so weit im Alignement BC fortzugehen, bis der Winkel bei C = 45° ist. Man muß sich also mit **größeren** Winkeln und folglich mit **Theilen** von AB begnügen. Nun ist aus den trigonometrischen Tafeln bekannt, daß, wenn Winkel ACB wächst,

Cotang. ∠ 50° 12′ = 0,833 = $\frac{5}{6}$, also auch BC = $\frac{5}{6}$ AB.
" ∠ 53° 6′ = 0,750 = $\frac{3}{4}$ " " BC = $\frac{3}{4}$ AB.
" ∠ 56° 20′ = 0,666 = $\frac{2}{3}$ " " BC = $\frac{2}{3}$ AB.
" ∠ 63° 24′ = 0,500 = $\frac{1}{2}$ " " BC = $\frac{1}{2}$ AB.
" ∠ 71° 32′ = 0,333 = $\frac{1}{3}$ " " BC = $\frac{1}{3}$ AB.
" ∠ 75° 56′ = 0,250 = $\frac{1}{4}$ " " BC = $\frac{1}{4}$ AB.
" ∠ 80° 32′ = 0,166 = $\frac{1}{6}$ " " BC = $\frac{1}{6}$ AB.

Wird nun, wenn irgend eine Messung einer ungangbaren Entfernung mit dem Reflector oder katoptrischen Zirkel ausge-

führt werden soll, der Index jener Instrumente auf 90° gestellt, der Gegenstand A, dessen Entfernung vom Standorte B gemessen werden soll, durch Reflexion in den kleinen Spiegel gebracht, und bemerkt man sich sodann am Horizont irgend einen durch das Diopter und die unbelegte Glasfläche sichtbaren Gegenstand, C, der mit dem Spiegelbilde vom Gegenstande A in einer Vertikalebene liegt, oder zur Deckung gebracht ist, so ist auch durch AB die Richtung der einen und durch das Alignement BC die Richtung der anderen Kathete bestimmt. Ist A sehr fern von B oder erlauben es die Umstände nicht, im Alignement BC so weit fortzugehen bis BC = AB wird, so stellt man den Index des Instrumentes nicht auf den Winkel von 45°, sondern auf irgend einen oben angegebenen größeren Winkel z. B. auf 63° 24′ und geht im Alignement BC, durch das Diopter und die unbelegte Glasfläche des kleinen Spiegels nach dem am Horizont bemerkten Richtobject C visirend, so lange fort, bis das Bild des Gegenstandes A durch Reflexion im kleinen Spiegel erscheint und mit dem Richtobjecte C zur Deckung gebracht ist. Befindet man sich dann z. B. im Punkt c, so ist, weil Cotangente ∠ 63° 24′ = $\frac{1}{2}$, auch BC = $\frac{1}{2}$ AB, oder 2 Bc = AB.

Ob nun diese Messung zu Fuß oder zu Pferde ausgeführt, die Entfernung Bc genau, durch Schritte, oder durch Galoppsprünge des Pferdes gemessen wird, ist an sich ganz gleichgiltig, und bestimmt nur ihre mehr oder mindere Genauigkeit. — Hat man sich also aus vorstehender Tabelle nur die erste und die beiden letzten Rubriken in die Schreib- oder Croquirtafel notirt, so ist man im Stande in wenigen Minuten jede ungangbare Entfernung des umliegenden Terrains ohne Weiteres zu messen. Nur ein Beispiel, welche Wichtigkeit dies im Kriege haben kann. Ist ein Batterie-Commandeur mit einem katoptrischen Zirkel oder Reflector versehen, so kann er in dem kurzen Zeitraum, in dem seine Batterie auffährt, und sich schußfertig macht, genau die Entfernung der ihm gegenüberstehenden feindlichen Batterien oder Truppenmassen messen, und danach Aufsatz und Geschoß bestimmen.

## 12. Schmalkalder's Höhenmesser.

§. 223. Der Höhenmesser von Schmalkalder, Fig. 133, dem Erfinder der Patentbousole, zur Messung von Vertikalwinkeln bestimmt, besteht aus einer cylindrischen, durch eine Glasscheibe geschlossenen, und mit einem Dosendeckel versehenen messingenen Büchse, einem Objectivdiopter, AD, und einem Ocular- Beschreibung des Instrumentes.

diopter, B, mit Glasprisma, welche dem der Patentbouſſole ganz gleich ſind. Nur in der innern Einrichtung der Büchſe weicht der Höhenmeſſer von jenem Inſtrumente ab. Nämlich der Stift, auf dem bei der Patentbouſſole die Kreisfläche mit Gradeintheilung ſich bewegt, geht bis zur Glasſcheibe und greift hier in das Centrum, einer kleinen meſſingenen Scheibe, C, die durch die Schenkel Ca, Cb, Cc und Cd, an welchen ſie mittelſt 3 Schräubchen befeſtigt wird, mit der Büchſe an Stellen verbunden iſt, die etwa um 80° von den Dioptern entfernt liegen. Der Stift dient einem leicht aus Meſſing gearbeiteten Rade, welches ſich um denſelben bewegt, und faſt die Wände der Doſe erreicht, zur Achſe. Das Rad iſt mit einer daran befeſtigten Kreisfläche von Kartenpapier, oder beſſer von dünnem Meſſingblech, überdeckt, ſo daß ſich beide ſtets um gleiche Grade um die Achſe bewegen. Durch die Kreisfläche iſt ein Diameter gezogen, und an einem, dem Glasprisma zugekehrten, Endpunkte mit Null bezeichnet. Von dieſem Nullpunkte aus ſind die Grade der Kreisfläche nach beiden Seiten mit Zahlen in ihrer natürlichen Reihenfolge bis zum Winkel von 45°, jedoch, weil ſie durch den Prismaſpiegel geleſen werden, in umgekehrter Lage, beſchrieben, während das Rad an einer Stelle, die um 90° vom Nullpunkte entfernt liegt, mit einem ſcheibenförmigen Gewicht, G, beſchwert iſt, welches, wenn das Inſtrument vertikal gehalten wird, den durch den Nullpunkt gehenden Diameter in eine horizontale Lage bringt. — Damit beim Transporte des Inſtrumentes das Gewicht durch ſeinen Druck nicht das leicht gearbeitete Rad zerbreche, die Achſe verbiege, oder gar die Glasſcheibe zerſchlage, geht durch eine Seitenwand der Doſe eine Schraube, S, welche in ein, im Gewichte befindliches Schraubenloch mit Muttergewinde gebracht, angezogen werden, und dadurch das Gewicht arretiren oder feſtſtellen kann. Auch befindet ſich wohl am Höhenmeſſer eine Vorrichtung, E, zur Beruhigung der Scheibe mit Gradeintheilung, welche der der Patentbouſſole ganz gleich iſt.

Gebrauch des Inſtrumentes.

§. 224. Soll mit dem Inſtrument ein Vertikalwinkel gemeſſen werden, ſo klappt man, wie bei der Patentbouſſole, beide Diopter auf, öffnet die zur Arretirung beſtimmte Schraube, damit das Rad, wie die Kreisfläche, ſich frei bewegen könne, bringt die Glasfläche des Inſtrumentes mit freier Hand in eine vertikale, den Diopterfaden dadurch in eine horizontale Lage, das Ocular diopter an's rechte Auge, viſirt durch daſſelbe

und das Objectivdiopter nach dem Höhen- oder Tiefenpunkt und bringt mit diesem das Haar im Objectivdiopter zur Deckung. Da nun das Gewicht den durch den Nullpunkt gehenden Diameter in einer horizontalen Lage erhält, im Prismaspiegel irgend ein Theilstrich der Kreisfläche mit dem Diopterfaden in einer Richtung erscheinen muß, so wird dieser Theilstrich auch, je nachdem er unter oder über dem Nullpunkt liegt, die Größe des Höhen- oder Tiefenwinkels anzeigen, den die Visirlinie mit dem Horizont beschreibt. Zeigt das Diopterhaar im Prismaspiegel auf 0°, so muß nothwendig die Visirlinie durch beide Diopter in einer horizontalen Ebene und Alles, was von diesem Visirstrahl getroffen wird, gleich hoch liegen.

## 13. Der Schienertsche Böschungsmesser oder Quadrant.

§. 225. Der Schienertsche Böschungsmésser oder Quadrant, Fig. 134 und 135, besteht aus einer Messing- oder Holzplatte mit Gradeintheilung, und aus einem Pendel oder Lothe, und ist dem gewöhnlichen, bei der Artillerie gebräuchlichen, Quadranten ganz gleich. Beschreibung des Instrumentes.

a) Die Messing- oder Holzplatte, ABCD, hat etwa 3 bis 4″ Seitenlänge, und stellt entweder eine Quadrat- oder, was nicht so gut ist, eine viertel Kreisfläche dar. Auf ihr ist ein Gradbogen von 0 bis 90° so eingerissen oder gravirt, daß sein Centrum, c, in einer Ecke, A, der Platte liegt. Die Gradeintheilung, ab, ist doppelt, von der linken zur rechten und von der rechten zur linken Hand, beschrieben. In ihren Mittelpunkt ist ein Stift eingelassen, an dem

b) der Pendel oder das Loth hängt. Letzterer ist entweder ein unten mit einem halbkugelförmigen Gewicht beschwerter Zeiger, cd, dessen Spitze sich gerade über dem Gradbogen bewegt, oder ein Faden, ce, an dem eine Metallkugel hängt. Im letzteren Falle muß, wenn die Platte ein Quadrat ist, sich unter der Gradeintheilung ein bogenförmiger Falz, nm, befinden, in dem sich das Loth, bei veränderter Lage des Quadranten, frei bewegen kann. Bringt man das Instrument in eine vertikale Lage, so daß der Pendel auf 0° zeigt, so müssen die parallelen Kanten, AB und CD, der Platte senkrecht stehen, während die anderen beiden, gleichfalls parallelen, Kanten, AD und BC, eine horizontale Lage haben. Verändert man die Lage der Kanten, während das Instrument unausgesetzt so ge-

halten wird, daß die Plattenfläche vertikal bleibt, so giebt der Pendel die verschiedenen Neigungen in Graden am Limbus an, welche die Kanten AD und AB der Platte zum Horizont haben, oder die Höhen- oder Tiefenwinkel, je nachdem das Auge in der Richtung von D nach A, oder von A nach D über die Kante AD hinweg sieht.

Gebrauch des Instrumentes.

§. 226. Will man den Neigungs- oder Böschungswinkel irgend eines Bergabhanges mit dem Quadranten messen, so kann dies auf doppelte Weise geschehen. Entweder stellt man sich gerade vor die Böschung oder Höhe, auf welcher ein Stab senkrecht errichtet ist, und eben so hoch über den Boden emporragt, als der Augenpunkt dessen, der die Messung ausführt, visirt, oder zielt vielmehr, über eine Seitenkante, DA, des Instrumentes hinweg, indem man dessen Fläche vertikal hält, nach der Spitze des Stabes, bringt die Kante in die Richtung auf diese, hält darauf mit dem Finger den Pendel fest, und lies't den gemessenen Winkel vom Limbus ab. Oder man stellt sich seitwärts der Böschung, bringt das Instrument so vor ein Auge, daß seine Fläche vertikal steht, dem Gesichte die Gradeintheilung zukehrt, und daß eine Seitenkante, über welche man mit dem Auge wegsieht, die Lage der geneigten Fläche erhält oder diese scheinbar deckt; dann zeigt gleichfalls der Pendel am Limbus die Größe des gemessenen Winkels an. — Das letztere Verfahren verdient, bei Messung von Böschungswinkeln, vor dem ersteren den Vorzug, weil es ohne alle Vorbereitung ausgeführt werden kann, und weil es viel leichter ist, eine Seitenkante des Instrumentes mit der Böschung eines Abhanges zur Deckung zu bringen, als sie, wenn man über sie in ihrer Längenrichtung fortzielt, genau auf die Spitze des Stabes zu richten. Erscheint die Kante dann nicht in einem Punkte zusammengedrängt, sieht man noch etwas von ihrer Fläche, so wird die Messung des Winkels zu groß; glaubt man die Kante in einem Punkt zusammengedrängt, und hält man sie, was leicht geschehen kann, vorn etwas zu tief, so wird das Maß für den gemessenen Winkel zu klein. — Zur Messung von Böschungswinkeln ist übrigens der leicht transportable und wohlfeile Quadrant ungleich bequemer, als der kostspielige und wandelbare Höhenmesser von Schmalkalder, daher dem letzteren unbedingt vorzuziehen.

## 14. Die Meßkette, die Meßschnur (Meßleine) und das Meßband.

§. 227. Die Meßkette, Fig. 136, zur unmittelbaren Messung von Entfernungen bestimmt, besteht aus runden, dünnen Stäben, a. a, von Messing, geschmiedetem Eisen oder Stahl, die an ihren Enden umgebogen und durch Ringe, b. b, von getriebenem Messing verbunden sind. Die Entfernung dieser Ringe von einander ist an der ganzen Kette gleich, und beträgt von Mitte zu Mitte der Ringe genau 1 Decimal-Fuß. Die halben Ruthen werden durch größere, oft rhomboidalische Ringe, d, gewöhnlich mit Querriegeln versehen, und die ganzen Ruthen durch eben solche, oder noch größere Ringe, meistentheils mit Kreuzriegeln, bezeichnet. Die Länge der ganzen Kette beträgt in der Regel 5 bis 10 Ruthen. An ihren beiden Enden sind größere Ringe, e, von etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2″ im Durchmesser, befindlich, in welche, beim Gebrauche der Kette, die Kettenstäbe oder Kettenhalter, eh, geschoben werden. Die letzteren sind $4\frac{1}{2}$ bis 5′ lang, genau cylindrisch und von einer solchen Stärke, daß sie den Endring, e, der Kette ohne Spielraum ausfüllen. Deshalb befindet sich in einer Seite derselben eine Längsfalze, fh, zur Aufnahme des Knopfes oder der Schraubenmutter, durch welche das erste Kettenglied mit dem Endringe verbunden wird. Unten sind die Kettenstäbe mit Eisenblech beschlagen und mit einer eisernen Scheibe oder einem Querriegel, i, versehen, damit die Kette von den Stäben nicht heruntergleiten kann. In der Mitte dieser unteren Scheibe, oder in der Achse des Stabes, befindet sich ein eiserner Stachel, o, zum bequemeren Einstecken des Kettenhalters in die Erde. Der Anfangspunkt der Kettenlänge liegt im Mittelpunkt des Endringes, oder im Stachel des Kettenstabes, der gleichsam den Mittelpunkt des Endringes auf dem Boden verzeichnet. Zur Vermeidung des Verschlingens der Kette, sind die Glieder gut gearbeiteter Meßketten, welche in die größeren Ringe eingreifen sollten, nicht unmittelbar mit diesen verbunden, sondern durch kleine Ringe, c. c, an welchen sich ein Zäpfchen befindet. Das letztere geht durch ein in den großen Ringen, d, befindliches Loch, und ist in diesem durch eine Mutterschraube befestigt. Hierdurch wird es möglich, daß die kleinen Ringe sich um die Achse der Zapfen, und folglich auch die Kettenglieder einer halben Ruthe sich gleichfalls um ihre Achse drehen können. — Da sämmtliche gleichliegende Kettenglieder

Beschreibung der Meßkette.

genau gleich lang sein müssen, so ist die Anfertigung einer Meßkette äußerst schwierig, weshalb es auch höchst selten vollständig richtige Ketten giebt. Ist man gezwungen, eine fehlerhafte zu benutzen, so muß vorher, mittelst genau gearbeiteter Maßstäbe, die wahre Länge der Kette ermittelt und die ganze Messung auf das gefundene Längenmaß reducirt werden. Wäre z. B. die Kette um 2″ zu kurz oder zu lang, so müßten, nach Beendigung der Kettenmessung, zum Resultat derselben so oft 2″ hinzugerechnet oder abgezogen werden, als die Kette ausgespannt wurde. Ist aber auch die Kette beim Beginn der Arbeit vollkommen richtig, so muß sie doch während einer größeren Vermessung von Zeit zu Zeit geprüft werden, wenn man ein möglichst genaues Resultat erlangen will, weil sich bei ihrem anhaltenden Gebrauche, durch Ausdehnung und Verbiegung der Ringe und Kettenglieder, durch Abschleifen der Ringe, Gelenke und Kettenhalter ꝛc., häufig ihre Länge um einen oder einige Zoll vergrößert oder verringert. — Die aus Stahl angefertigten Ketten sind die zuverlässigsten, weil bei ihnen kein Verbiegen oder Ausrecken der Glieder Statt finden kann, welches bei eisernen, noch häufiger aber bei messingenen Ketten, so oft zu ungenauen Messungen die Veranlassung giebt; allein sie haben den bedeutenden Nachtheil, daß ihre Glieder, namentlich bei kaltem Wetter, sehr leicht springen, wenn die Kette zu straff angespannt, oder gegen einen festen Körper geschnellt wird. — Bemerkt man, daß sich ein oder das andere Glied der Meßkette verbogen habe, so sucht man dasselbe durch ein festes Anspannen der Kette wieder auszudehnen oder gerade zu biegen. Hat es sich aber zu weit ausgedehnt, so zieht man die Schraubenmuttern, welche die Zapfen der kleinen Zwischenringe, c, in den großen Ringen, d, festhalten, mehr an, und verringert dadurch die Kettenlänge. Ist nur die ganze Kettenlänge richtig, so kann man über die Richtigkeit der einzelnen Kettenglieder leichter hinweg sehen, weil Kettentheile leicht durch einen genauen Maßstab nachgemessen werden können. — Kurze Ketten, jedoch nicht unter 5 Ruthen lange, bieten für den Gebrauch manche Bequemlichkeit dar, weil sie leichter angespannt, in eine gerade Linie gezogen werden können, und nicht so leicht, wie längere, zum Zerreißen der Ringe, Ausdehnen der Kettenglieder und zum Fortrücken des Stachels der Kettenstäbe in der Erde die Veranlassung geben; allein man muß sie natürlich öfter ausspannen, was wieder manchen Aufenthalt in der Arbeit erzeugt.

Wird die Meßkette nicht gebraucht, so legt man sie so zusammen, daß Glied neben Glied zu liegen kommt, und die ganze Kette nur einen Fuß lang wird, bindet sie mit einem Band zusammen und steckt sie in einen ledernen Beutel, der, mit einem Tragriemen versehen, bei der Messung selbst zur Aufnahme von Markirstäbchen (§. 230) benutzt wird.

Beschreibung d. Meßschnur.

§. 228. Die Meßschnur soll die Stelle der Meßkette vertreten, ist daher, wie diese, durch Ringe, Knoten, farbige Tuchstreifen oder andere Zeichen, in Fuß, halbe und ganze Ruthen abgetheilt, und an ihren Enden mit Ringen und Endstäben versehen. Ob zwar sie, ihrer geringen Dicke und ihres leichten Gewichts wegen, transportabler ist, als eine Meßkette, so ist sie doch von allen Längenmaßen das unvollkommenste und unsicherste, und deshalb zu genauen Messungen gänzlich unbrauchbar. Wird auch die Meßleine sorgfältig aus Hanf oder Bast angefertigt, in entgegengesetzter Richtung zusammengedreht, in Oel gekocht und, nachdem sie getrocknet, durch zerflossenes Wachs gezogen und mit Oelfarbe angestrichen, so bleibt sie doch immer noch dehnbar und den Einwirkungen der Feuchtigkeit des Bodens und der Luft ausgesetzt. Nur dort ist sie anwendbar, wo man weder Meßkette noch Meßstäbe bei der Hand hat, und wo es sich nur um einen allgemeinen Ueberschlag der Länge oder Entfernungen handelt.

Beschreib. des Meßbandes.

§. 229. Das Meßband, ein doppeltes, an seinen Rändern und in der Mitte durch den Hinterstich zusammengenähetes, starkes Zwirnband, welches 1″ breit, in Oel gekocht oder in Leinfirniß stark getränkt, mit Endringen zur Aufnahme der Meßbandstangen versehen, und in Fuß, halbe und ganze Ruthen, durch aufgenähete, farbige Tuchstreifen, durch Striche mit Oelfarbe oder andere Zeichen, getheilt ist, wird, seiner geringeren Dehnbarkeit wegen, der Meßschnur vorgezogen, und ist auch, weil es trotz der großen Länge, die man ihm in der Regel giebt, nur einen sehr geringen Raum einnimmt, und daher leicht fortgeschafft werden kann, für den Gebrauch im Kriege und zu flüchtigen Längenmessungen recht geeignet. Allein Feuchtigkeit kann es eben so wenig vertragen als die Meßschnur; es wird dadurch kürzer.

Gebrauch der Meßkette, der Meßschnur u. des Meßbandes.

§. 230. In der Regel hat die Messung einer geraden Linie auf dem Felde mit der Meßkette, der Meßschnur oder dem Meßbande nur den Zweck, den horizontalen Abstand beider Endpunkte derselben von einander zu ermitteln, denn in den Grundriß der aufzunehmenden Gegend und auf die Horizontal-

ebene der Bildfläche können weder die wahren noch örtlichen, sondern nur die absoluten Entfernungen eingetragen werden. Zu jeder Ketten- ꝛc. Messung sind erforderlich.

1) zwei Gehilfen (Kettenführer, Kettenzieher), welche die Meßkette (Meßschnur, Meßband) fortschaffen und die Kettenstäbe in das Alignement der zu messenden geraden Linie einrichten.

2) Zehn Zeichenstäbchen oder Markirpfählchen, welche in der Regel $1\frac{1}{2}'$ lang, $\frac{1}{4}''$ dick und wo möglich mit einer eisernen Schuhspitze versehen sind, damit sie bequem in den Boden gesteckt werden können. Sie werden dem ersten Kettenführer übergeben, der sie in eine eigens dazu bestimmte und mit einem Tragriemen versehene, lederne Tasche oder blecherne Büchse steckt und sich diese umhängt.

3) Eine zweite lederne Tasche, gewöhnlich die, in der die Meßkette aufbewahrt wird, welche der hintere oder zweite Kettenführer umhängt, damit er die eingesammelten Zeichenstäbchen da hineinstecken kann.

Ferner müssen, bevor die Messung beginnen soll, wenigstens die Endpunkte der zu messenden Linie durch Nichtobjekte bezeichnet werden, wenn keine natürlichen vorhanden sind, und die Nichtobjecte so lang sein, daß zwischen ihnen, im Alignement jener Linie, kein Punkt vorhanden ist, auf dem sie nicht gesehen werden können. Ist die Linie nicht sehr lang und will man bei ihrer Messung mit möglichster Genauigkeit verfahren, so kann sie auch vorher vollständig tracirt werden.

Soll hiernächst die Messung beginnen, so nimmt der hinterste Kettenführer die Meßkette aus der Tasche, giebt den einen Endring derselben dem vorderen Kettenführer, der sogleich einen Kettenhalter hindurch steckt und sich in der Richtung des Alignements von jenem hinteren Kettenführer langsam entfernt. Der letztere läßt die Kette durch die Hand laufen, um jede Verschlingung der Ringe bemerken und in Ordnung bringen zu können. Ist dies geschehen, so schiebt auch er den Kettenhalter durch den Endring und steckt den Stab senkrecht in den Anfangspunkt A, Fig. 137, der zu messenden Linie, und tritt mit dem rechten Fuß quer vor die Spitze desselben, damit sie beim Anziehen der Kette durch den vorderen Kettenführer nicht verrückt werde. Ist der Anfangspunkt der zu messenden Linie durch ein Signal bezeichnet, so muß dies, wenn es entfernbar ist, herausgenommen und der Stachel des Kettenstabes in das Loch gesteckt werden, welches das Signal zurückläßt. Der vor-

dere Kettenführer geht nun so weit, als es die Länge der Kette erlaubt, in der Richtung der zu messenden Linie fort, zieht die Kette straff an, ohne sie jedoch zu stark anzuspannen, und steckt seinen Stab senkrecht in die Trace. Ist keine vorhanden, so hält er, das Gesicht dem hinteren Kettenführer zugekehrt, den Stab mit der rechten Hand senkrecht über den Erdboden, läßt den Stachel den letzteren berühren, tritt seitwärts aus dem Alignement heraus, läßt seinen Stab durch den hinteren Kettenzieher genau auf den Endpunkt, **B**, der zu messenden Linie einrichten, drückt, wenn dies geschehen ist und jener das verabredete Zeichen giebt, den Stab in den Boden, zieht ihn sogleich wieder heraus, setzt die Spitze des rechten Fußes an das Loch, schiebt den Endring der Kette etwas in die Höhe, ergreift mit der linken Hand die eiserne Spitze des Stabes, mit der rechten den letzteren etwas oberhalb des Endringes, hält den Stab horizontal, schnellt sanft die Kette in die Höhe, indem er sie straff anzieht,*) bringt sie dadurch in die gerade Linie, darauf den Stab in die lothrechte Richtung, schiebt den Endring der Kette wieder hinab und steckt den Stab senkrecht so in den Boden, daß die Kette genau über das Loch geht, an das er die Spitze seines Fußes setzte. — Hierauf revidirt der hintere Kettenführer, der Sicherheit wegen, noch einmal den Stand des Kettenstabes und giebt, wenn er denselben für richtig erkennt, das Zeichen zum Weitergehen. Beide Kettenführer heben sodann ihre Stäbe aus dem Boden, der vordere steckt in das Loch, welches der Kettenstab zurückläßt, einen Zeichenstab, damit der hintere es finde, schwenkt die Kette zur Seite und zieht diese, im Alignement fortgehend, hinter sich her. Der zweite Kettenführer folgt ihm, jedoch so, daß die Kette stets angespannt bleibt und dadurch einem Verhängen oder Verschlingen der die Glieder verbindenden Ringe vorgebeugt wird; er behält dabei stets die Kette im Auge, damit, wenn dennoch ein Verschlingen eintritt, dies sogleich bemerkt werde, und die Kette weder ein falsches Resultat geben, noch beim Anspannen zersprengt werden kann.

Kommt der hintere Kettenführer an den Zeichenstab, so ruft er dem ersteren: Halt! zu, hebt das Zeichenstäbchen her-

*) Führt man die Arbeit mit der Meßschnur oder dem Meßbande aus, so muß man sich sehr hüten, beide zu straff anzuspannen, weil sie, besonders die Meßschnur, sich dehnen und mithin ein zu kleines Resultat geben.

aus, thut es in sein Täschchen, setzt seinen Kettenstab lothrecht an die Stelle des ersteren, und richtet den Kettenstab des vorderen Kettenführers, wie vorhin, in die zu vermessende Linie oder auf den Endpunkt, B, derselben ein. Auf die beschriebene Weise wird das Verfahren so oft wiederholt, bis der vordere Kettenführer alle 10 Markirpfählchen ausgesteckt, und der andere sie sämmtlich in seine lederne Tasche aufgenommen hat. Hierauf übergiebt der hintere Kettenführer die 10 Zeichenstäbchen wieder dem vorderen, oder wechselt mit ihm die Stellung, worauf die Messung, wie vorhin, weiter fortgesetzt wird. Beim Wechseln der Stäbchen oder der Stelle schreibt der, welcher die Vermessung leitet, dies in seine Schreibtafel mit römischen Zahlen, und wenn die Messung vollendet ist und nicht alle 10 Zeichenstäbchen wieder verbraucht sind, die Zahl der verbrauchten mit gewöhnlichen Ziffern, woraus sich leicht die ganze Länge der gemessenen Linie bestimmen läßt. Ist nämlich die Kette 10 Ruthen lang, so giebt die letzte römische Zahl die Hunderte und die gewöhnliche die Zehner; ist sie nur 5 Ruthen lang, so muß die letzte römische Zahl mit 50 Ruthen, die gewöhnliche mit 5 Ruthen multiplicirt und das eine Product zum andern addirt werden. Z. B. ist notirt I. II. III. IV. V. 5, so ist im ersten Falle die Länge der gemessenen Linie 550°, im letzteren Falle $5 . 50 + 5 . 5 = 275°$. So unwesentlich auch die Berechnung der Länge der gemessenen Linie durch die Markirstäbchen erscheinen mag, so wesentlich sind doch die letzteren zur Bestimmung der richtigen Länge, weil man sich unglaublich leicht verzählt, wenn man jedes Weiterrücken der Kette im Alignement notiren wollte, und daher fast immer wieder von neuem die Messung beginnen müßte. —

Ist man in der Nähe des Endpunktes der zu messenden Linie angekommen, und bleibt auf dieser, wenn die Kette zum letzten Male ausgespannt ist, noch ein geringerer Theil als eine Kettenlänge übrig, so wird, wenn die Oertlichkeit es erlaubt, die Kette über den Endpunkt der Linie so hinausgezogen, daß sie gerade über denselben hinwegläuft, der Kettenstab fest in die Erde gesteckt, und vom hinteren Kettenstabe an, mit Hilfe der Ringe, gezählt, wieviel Ruthen und Fuß dieser Theil der Linie lang ist. Noch kleinere Theile als ein Decimalfuß werden mittelst eines hölzernen oder metallenen, richtig eingetheilten Zollmaßstabes gemessen. — Erlaubt es die Oertlichkeit nicht, daß die Kette über den Endpunkt hinausgezogen wird, so muß sie vom Endpunkte rückwärts über den Punkt weggespannt

spannt werden, in dem der letzte Kettenstab stand, und vom Endpunkte aus, an den Ringen rückwärts, die Länge dieses letzten Theils der Linie abgezählt werden.

Kommt auf die richtige Bestimmung der Länge irgend einer Linie, z. B. einer Standlinie (§. 296 u. f.), auf welche man die Vermessung einer Gegend begründen will, sehr viel an, so wird sie zwei-, drei- und mehrmal gemessen. Weichen die gefundenen Resultate sehr von einander ab, so müssen sie verworfen werden; sind nur einige sehr abweichend, so werden diese ausgestoßen, während aus den anderen das arithmetische Mittel gezogen und als das richtige Maß der Länge angenommen wird.

Auf einem ganz ebenen Terrain findet eine Messung mit der Meßkette (Meßleine, Meßband) keine Schwierigkeit, und giebt man sich die Mühe, unbedeutende Erhöhungen, wie Maulwurfshaufen und andere kleinere Erdhügel, welche die horizontale Lage der Kette irritiren könnten, wegzuräumen, so kann man stets eines sichern Resultates gewärtig sein. Anders gestaltet sich aber die Sache auf unebenem Terrain. Ueber unbedeutende Vertiefungen und kleine Gräben wird die Kette hinweggezogen, möglichst straff angespannt und die Messung ohne Aufenthalt weiter fortgesetzt. Bei breiteren Vertiefungen wird, wenn man über sie ohne Weiteres wegmessen wollte, aller angewandten Kraft ungeachtet, die Kette dennoch niemals in gerader Linie ausgespannt werden können, sondern sich, vermöge ihrer Schwere, und zwar, je länger und je schwerer sie ist, desto mehr in ihrer Mitte senken, und eine krumme Linie, die sogenannte Kettenlinie bilden, wodurch die Entfernung der Kettenstäbe von einander verkürzt, und das Resultat der Messung vergrößert wird, wenn man die Kette ihrer ganzen Länge nach in Rechnung bringt. Daher wird man über breitere Vertiefungen ein Brett zur Unterlage der Kette legen, oder, wenn dies nicht ausreicht, über dieselben Gerüste, sogenannte Brükken, bauen. Sollte aber auch das letztere nicht angehen, so muß die Differenz zwischen der horizontal ausgespannten Kette und der Entfernung der Kettenstäbe von einander, wenn die Kette, bei mittlerer Anspannung, eine Kettenlinie bildet, ermittelt werden, um den durch diese Differenz entstehenden Fehler in Rechnung bringen zu können. *)

*) Die Entfernung der Kettenstäbe von einander, wenn die Kette eine Kettenlinie bildet, wird gefunden, wenn man die Endringe an

Kommt man im Verfolg der Kettenmeſſungen auf bedeutende Unebenheiten des Terrains, ſo muß, wenn es bergan geht, der hintere Kettenzieher bei jedem Zuge den Endring an ſeinem Stabe ſo weit in die Höhe ſchieben, bis beide Endringe nach dem Augenmaße in einer Horizontalebene liegen, oder bis die Kette mit beiden lothrecht eingeſteckten Stäben gleiche Winkel beſchreibt. Geht es bergab, ſo muß der vordere Kettenzieher daſſelbe Verfahren beobachten. — Iſt die Neigung eines Abhanges, AC, Fig. 138, ſtetig, ſo kann auch die Länge deſſelben unmittelbar, wie auf der Ebene, gemeſſen, und das für ſie gefundene Maß, nach Maßgabe des Böſchungswinkels, entweder mit Hilfe des Böſchungsmeſſers, Fig. 41,*) oder durch trigonometriſche Berechnung auf den Horizont, AB, reducirt werden. Iſt nämlich das Profildreieck, ABC, rechtwinklig, ſo verhält ſich

$$AB : AC = \text{Cos. } \alpha : \text{Sin. tot., d. h. AD.}$$

mithin

$$AB = \frac{AC \cdot \text{Cos. } \alpha}{\text{Sin. tot.}}$$

Treten der Meſſung mit der Meßkette (Meßſchnur, Meßband) unüberſteigliche Hinderniſſe, wie z. B. ein See, ein

---

beiden Kettenſtäben bis zur halben Höhe der letzteren hinaufſchiebt, ſodann auf einer Ebene, mit der auf dieſe Weiſe aufgehängten Kette, eine Linie von mehreren ſolchen Kettenlängen mißt, die Entfernung des Loches, das der erſte Kettenſtab zurückgelaſſen hat, von dem letzten Loche des anderen Kettenſtabes ermittelt, und das gefundene Reſultat mit der Zahl der genommenen Kettenlänge dividirt. Z. B. wäre eine Linie von 4 ſolcher Kettenlängen 19° 8′ 2″ gefunden, ſo würde die Entfernung der Endſtäbe, wenn die Kette hängt, $= \frac{1982''}{4} = 4°$ 9′ 5″ 5‴ ſein, mithin die Differenz zwiſchen einer horizontal ausgeſpannten Meßkette und einer, die eine Kettenlinie bildet, 4″ 5‴ betragen, und dieſe Differenz ſo oft zur Meſſung hinzugerechnet werden müſſen, als man genöthigt geweſen iſt, ſolche Kettenlängen zu nehmen.

*) Man trägt nämlich nach dem verjüngten Maßſtabe die gefundene Länge des Abhanges auf den mit ſeinem Neigungswinkel bezeichneten Schenkel des Böſchungsmeſſers, vom Scheitelpunkt aus, und fället aus dem gefundenen Punkt einen Perpendikel auf die Grundlinie des Böſchungsmeſſers, ſo iſt der Theil der letzteren, welcher zwiſchen Perpendikel und Scheitelpunkt liegt, die geſuchte Horizontalprojection, und darf nur mit dem verj. Maßſtabe gemeſſen werden, wenn man ihre Länge in Zahlen ausdrücken will.

Teich, Gebäude, oder andere Gegenstände in den Weg, so weicht man von der zu messenden Linie, AB, Fig. 137, in einer senkrechten Richtung, CD, um so viel ab, als es zur Umgehung des hindernden Gegenstandes durchaus nothwendig ist, und mißt dann in einer parallelen Richtung, DE, zur zu vermessenden Linie, AB, so lange fort, bis man unter einem rechten Winkel wieder zur letzteren zurückkehren kann, um auf ihr die Messung zu vollenden. Es fällt in die Augen, daß dann die Länge AC + DE + FB = AB sein müsse, wenn die Perpendikel*), CD = EF, sorgsam abgesteckt und gemessen werden.

Werth und Fehler der Messungen mit Meßkette.

§. 231. Wird eine Messung mit der Meßkette sorgsam und geschickt ausgeführt, und ist das Terrain nicht sehr ungünstig, so kann sie einen hohen Grad von Genauigkeit erreichen, und wenn wirklich Fehler vorkommen, so werden diese so unbedeutend sein, daß sie in dem Maßstabe, in welchem militairische Vermessungen angefertigt werden, gar nicht aufzutragen sind. Geschieht die Messung aber nicht mit der gehörigen Muße und Vorsicht, so werden die Fehler sich so häufen, daß erstere gar keinen Werth behält. Entstehen bedeutende Fehler, so können sie ihren Grund haben:

1) in einer ungenauen Bestimmung der horizontal ausgespannten, oder der, bei mittlerer Anspannung, in einer Kettenlinie hängenden Kette;
2) im Verschlingen der Ringe, und im Verziehen und Verbiegen einzelner Kettenglieder und Ringe während der Messung;
3) im Abschleifen der Ringe, Kettenglieder und Kettenstäbe, an den Stellen, wo sie sich gegenseitig berühren;
4) im nicht senkrechten Stande der Kettenstäbe, und mithin der Kettenringe, über den Punkten, von welchen aus die Kettenlänge gerechnet wird;
5) in einem zu scharfen Anziehen der Kette, wodurch die Ringe und Glieder ausgedehnt und der hintere Kettenstab im Boden so fortgerückt wird, daß er das Loch, in

*) Die Perpendikel können mit der Meßkette selbst abgesteckt werden, wenn man mit ihr in den Punkten C und F Triangel construirt, deren Seiten sich zu einander verhalten, wie 3 : 4 : 5. Denn da $3^2 + 4^2 = 5^2$, so muß der von der Seite 3 und 4 eingeschlossene Winkel ein rechter sein. Doch ist diese Construction selten scharf.

welches er gesteckt ist, vergrößert; ein Fehler, der in weichem Boden häufig vorkommt;

6) im zu geringen Anziehen der Kette, so daß sie nicht in die Vertikalebene der zu vermessenden Linie zu liegen kommt, oder, wenn sie eine Kettenlinie bildet, daß der Bogen zu groß und der Abstand der Kettenstäbe von einander zu gering ist;

7) daß die an den Kettenstäben, der Unebenheit des Bodens wegen, in die Höhe geschobenen Endringe nicht in einer Horizontalebene liegen. Dieser Fehler kommt häufig vor, weil die Ringe nur nach dem Augenmaße in jene Ebene gebracht werden können; und endlich

8) daß die Kettenstäbe nicht genau in das Alignement der zu vermessenden Linie eingerichtet werden.

## 15. Maßstäbe, Maßstöcke oder Meßstangen.

Beschreibung der Maßstäbe.

§. 232. Maßstäbe, Fig. 139, sind entweder, wie **AB**, $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$″ starke und $1\frac{1}{2}$ bis 2″ breite, vierkantige, oder besser, wie **CD**, etwa 2″ starke und 3″ breite, dreikantig prismatische Stäbe, von 5 Decimalfuß oder $\frac{1}{3}$ Ruthe und, bei größeren Vermessungen, von 10′ oder 1° Länge. Gemeinhin sind sie von gutem, recht trockenem Tannen-, Büchen-, Rüstern- oder Eichenholz angefertigt, in siedendem Oel getränkt und dann mit einem dicken Leinölfirniß überzogen, damit sie weniger durch den Einfluß des hygrometrischen Zustandes der Atmosphäre leiden. — Seltener sind sie aus Eisen angefertigt. Zu Längenmessungen, bei denen es auf die größte Genauigkeit ankommt, verdienen aber entschieden die eisernen den Vorzug, weil sich bei ihnen die durch den Wärmewechsel bewirkte Veränderung der Dimensionen, der alle Körper unterworfen sind, genau bestimmen läßt. Nach Ramsden beträgt die Längenausdehnung des Eisens für jeden Wärmegrad des Reaumürschen Thermometers $\frac{1}{72000}$. Ist also auf dem Maßstabe der Temperaturgrad (gewöhnlich + 15° Reaumür) angegeben, in dem sie angefertigt sind, so ist ihre Länge für jeden Wärmegrad leicht zu berechnen. —

Alle guten Maßstäbe sind sehr genau in Fuß, Zoll und Linien eingetheilt, und die Enden der hölzernen, welche, bei diesen wie bei den eisernen, scharfkantig und vollkommen rechtwinklig sein müssen, mit Stahlplatten belegt und mit messin-

genen Kappen beschlagen, um gegen das Abnutzen und Abstoßen möglichst verwahrt zu sein.

Diejenigen Maßstäbe, deren man sich zur Ausmessung einer Hauptstandlinie oder Haupthasis bedienen will, an welche die Aufnahme eines ganzen Landes oder einer Provinz geknüpft, und daher sehr genau gemessen werden soll, erhalten an einem Ende eine stählerne Spitze, c, die, in der Achse des Stabes liegend, in die Länge des ersten Fußtheils mit eingerechnet ist, und den Zweck hat, während der Vermessung einen Maßstab genau an den anderen bringen zu können, ohne befürchten zu dürfen, daß Erde, Sandkörner, oder irgend ein anderes Mittel, beide Stäbe trenne. — Auch befinden sich wohl auf den Enden solcher Maßstäbe in der Mittellinie derselben feine senkrechte Visirstifte, o.o, welche dem genauen Einrichten der Stäbe in das Alignement der zu vermessenden Linie förderlich sein sollen.

Gebrauch der Maßstäbe auf ebenem Boden.

§. 233. In der Regel kommen bei gewöhnlichen topographischen Vermessungen keine Maßstabsmessungen vor, häufig aber bei fortificatorischen, z. B. beim Bau neuer oder bei Aufnahme alter oder feindlicher Festungen, oder dort, wo es sich um die genaue Längenbestimmung einer Standlinie zu einer Landesvermessung handelt.

Ist der Boden, auf dem die Längenmessung auszuführen ist, vollkommen eben, so hat dieselbe gar keine Schwierigkeit. Nachdem die Linie abgesteckt ist (§. 301 u. f.) spannt man im Alignement derselben eine Schnur so straff als möglich, legt längs derselben mehrere Maßstäbe, einen scharf an den anderen, jedoch so, daß der erstere den Anfangspunkt der zu vermessenden Linie genau berührt. Hat man sich mit der röhrenförmigen Libelle oder, bei weniger wichtigen Messungen, mit der Setzwage*) überzeugt, daß sämmtliche Maßstäbe voll-

*) Unter Setzwage, Fig. 140, versteht man einen rechtwinkligen und gleichschenkligen Triangel, abe, von Holz oder Metall, aus dessen rechtwinkliger Spitze, e, eine, gegen die Hypothenuse, ab, senkrechte Linie, cd, eingerissen ist, und eine feine Schnur herabhängt, die mit einer Metallkugel, e, beschwert, und von dieser, nach den Gesetzen der Schwere, lothrecht angespannt wird. Deckt die Schnur die eingerissene Linie cd, so muß die Hypothenuse, ab, und die Oberfläche irgend einer Unterlage, auf welcher die Setzwage steht, in dieser Richtung eine horizontale Lage haben. Damit aber auch das Loth, wenn die Setzwage mit der Hypothenusenkante auf irgend etwas gestellt wird, freien Spielraum behält, befindet sich in jener Kante ein halbkreisförmiger Ausschnitt, ndm.

kommen horizontal liegen, hat man dort, wo es nicht der Fall ist, durch Wegnehmen des Bodens, oder durch Unterlegen irgend eines Mittels, sie in diese Lage gebracht, hat man ferner untersucht, ob die Enden der Maßstäbe genau einander berühren und weder Erde noch einzelne Sandkörner ꝛc. sie daran verhindern, und daß sie sämmtlich im Alignement der zu vermessenden Linie liegen, so läßt man den ersten, mit No. I. bezeichneten, Maßstab behutsam wegnehmen, ihn in die Verlängerung des zuletzt gelegten, denselben scharf berührend, legen, und so successive einen nach dem andern, bis sämmtliche Stäbe eine neue Lage gewonnen haben. Auf gleiche Weise fährt man bis zur Beendigung der Messung fort. Sobald von der ersten Lage der letzte Maßstab, etwa No. III. oder IV., weggenommen wird, bemerkt man dies in seiner Schreibtafel durch eine 1, bei der zweiten Lage durch eine 2 u. s. f., so daß man am Schlusse der Messung, durch die letzte der in der Schreibtafel notirten Zahlen, die Anzahl der Lagen gelegter Stäbe und, wenn man dieselbe mit der Anzahl der Stäbe, welche jedesmal an einander gereiht wurden, multiplicirt, die Länge der gemessenen Linie in halben oder ganzen Ruthen erhält. Wären z. B. 50 Lagen, jede zu 4 Maßstäben à 1°, gelegt worden, so würde die gemessene Linie $4° \cdot 50 = 200°$ lang sein.

Kann man an einem Tage die Messung nicht vollenden, so muß der Punkt, an dem die Messung abgebrochen wird, durch einen Markirpfahl, genau bezeichnet werden. — Kommt sehr viel auf die genaue Längenbestimmung der zu messenden Linie an, so wird diese zum zweiten Male, und zwar zurück, von ihrem Endpunkte bis zum Anfangspunkte, gemessen. Weichen beide Resultate nur um ein paar Zoll von einander ab, wie dies erwartet werden darf, wenn bei der Messung die gehörige Sorgsamkeit und Vorsicht angewendet ist, so nimmt man sie für richtig, und das arithmetische Mittel daraus als die wahre Länge der gemessenen Linie an. Weichen aber beide Resultate bedeutend von einander ab, so muß die Linie zum dritten oder vielleicht gar zum vierten Male gemessen, das abweichendste oder die abweichendsten Resultate ausgeschieden und aus den übrigen wieder das arithmetische Mittel genommen werden. — Um fehlerhaft gemessene Theile der Linie sogleich ausscheiden und mit dem geringsten Zeitverluste berichtigen zu können, ohne nöthig zu haben, die ganze Linie mehrmals zu messen, ist es gut, wenn die an jedem Tage ausgeführte Mes-

sung am nächstfolgenden Tage wieder zurück gemessen wird. Zeigen sich bedeutende Differenzen, so wird am dritten Tage abermals die Messung wiederholt, die fehlerhafte Messung verworfen, und aus den beiden andern das arithmetische Mittel gezogen.

Auf stetig geneigtem Boden.

§. 234. Ist der Boden unter irgend einem Winkel stetig geneigt, so wird die Messung ganz so, wie auf ebenem Boden, ausgeführt, aber, statt mit der Setzwage, mit einem Quadranten, der überall jenen Neigungswinkel anzeigen muß, die Lage jedes Maßstabes rectificirt, und das erhaltene Resultat eben so, wie es in §. 230 angegeben ist, auf den Horizont reducirt.

Auf sehr unebenem Terrain.

§. 235. Ist endlich der Boden sehr uneben, auf dem die Maßstabsmessung ausgeführt werden soll, so muß man entweder zu Schemeln (Dreifüßen) oder zu Brücken seine Zuflucht nehmen.

1) Die Dreifüße oder Schemel, Fig. 141, sind kleine, dem Meßtisch nicht unähnliche, Tischchen, welche auf 3 Beinen ruhen, und deren Blatt etwa 1′ im Gevierte groß ist. Unter der Mitte dieses Blattes ist an demselben eine 3′ lange, vierkantige, gezahnte Säule, ab, befestigt, welche in eine, gleichfalls vierseitige, jedoch nur etwa 5″ lange, Ruthe, die sich zwischen den Stativbeinen befindet, gesteckt und in derselben, vermittelst einer Kurbel oder Wrange, c, in die Höhe oder heruntergeschroben und befestigt werden kann. — Stellt man den Dreifuß, ähnlich wie den Meßtisch, aber so auf, daß das Tischblatt auf der Ruthe ruht, so reicht die gezahnte Säule bis auf den Boden hinab. Es kann also das Tischblatt fast um die Länge der Säule höher gestellt werden. Horizontal richtet man das Tischblatt, wie die Tablette des Lehmannschen Meßtisches, durch mehr oder minderes Eindrücken eines oder zweier Füße in den Boden. Zu jeder Messung bedarf man mindestens 4 oder 5 solcher Dreifüße.

Beginnt die Messung, so wird der erste Dreifuß im Alignement der zu vermessenden Linie, nahe dem Anfangspunkt, aber zwischen diesem und dem Endpunkt der Linie, aufgestellt, und der zweite Dreifuß so weit von ihm entfernt, daß der über beide gelegte Maßstab von der Mitte des Blattes des zweiten Schemels bis über den Anfangspunkt der Linie gelegt werden kann. Hierauf stellt man beide Tischblätter nach dem Augenmaße gleich hoch, mit dem Dosenniveau horizontal, legt den Maßstab über beide, richtet ihn, vermittelst der Visirstiftchen,

in's Alignement ein, bringt das eine Ende deſſelben, oder die Spitze des daran befindlichen Stachels, mit Hilfe eines Bleiloths oder Pendels, genau über den Anfangspunkt der zu meſſenden Linie, ſetzt die röhrenförmige Libelle oder, in deren Ermangelung, eine genaue Setzwage, auf den Maßſtab, und bringt ihn, durch Erhöhung oder Erniedrigung des zweiten Schemels, mit Hilfe der Kurbel, in eine vollkommen horizontale Lage. Iſt dies geſchehen, ſo controllirt man noch einmal ſeine Lage im Alignement und über dem Anfangspunkt der zu vermeſſenden Linie. — Liegt der Maßſtab gut, ſo wird ein dritter Schemel in die Linie und ſo weit vom zweiten entfernt geſtellt, daß der zweite Maßſtab von der Mitte dieſes Tiſches bis in die Mitte jenes reicht, der dritte Tiſch, nachdem man ihn mit dem Augenmaße ſo hoch wie den zweiten geſtellt, horizontal gerichtet, dann der zweite Maßſtab auf beide Tiſche ſo gelegt, daß er den erſten Maßſtab noch nicht berührt, die röhrenförmige Libelle oder Setzwage auf denſelben geſetzt und, durch Erhöhung oder Erniedrigung des dritten Tiſches, der Maßſtab ſowohl in eine horizontale Lage, als, mit Hilfe der Viſirſtifte, in die Vertikalebene des Alignements gebracht. Hierauf ſchiebt man den Maßſtab behutſam gegen den erſteren, daß dieſer zwar von deſſen Stachel berührt, aber nicht verrückt wird, unterſucht noch einmal die horizontale Lage beider Stäbe, und ob die vier Viſirſtifte ſich genau unter einander und mit dem Endpunkte der zu vermeſſenden Linie decken, und corrigirt ihre Lage, wenn ſich Fehler eingeſchlichen haben ſollten. Sodann ſtellt man den vierten und fünften Dreifuß, wie vorhin den dritten auf, und verfährt in allem Uebrigen, wie es ſo eben beſchrieben iſt. — Sind alle Dreifüße aufgeſtellt und alle Maßſtäbe gelegt, ſo nimmt man den erſten Maßſtab und Dreifuß behutſam weg, bringt ihn als letzten in das Alignement, und ſo ſucceſſive einen nach dem andern, bis von neuem ſämmtliche Dreifüße aufgeſtellt und ſämmtliche Maßſtäbe gelegt ſind.

Kommt man endlich mit einem Dreifuße ſo hoch oder ſo tief, daß er nicht mehr erhöht oder erniedrigt werden kann, ſo ſtellt man ihn oder den nächſtfolgenden ſo hoch, wie den erſten Dreifuß auf, und ſetzt die Meſſung in einer neuen, höheren oder tieferen, Horizontalebene fort. Der Anfangspunkt des erſten Maßſtabes in dieſer neuen Ebene wird durch das Loth genau wieder über oder unter den Endpunkt des letzten der gelegten Maßſtäbe gebracht, und in allem Uebrigen ganz ſo, wie es oben angege-

den ist, fortgefahren. — Es darf wohl kaum erinnert werden, daß, wenn das Terrain steigt, der erste Dreifuß möglichst erhöht, wenn es fällt, möglichst tief aufgestellt werden müsse, damit man es in der Hand habe, die nächstfolgenden Schemel im ersteren Falle zu erniedrigen, im letzteren zu erhöhen. — Jede neue Stellung der Dreifüße und jede neue Lage der Maßstäbe wird genau in der Schreibtafel notirt, um daraus am Schlusse der Arbeit, auf dieselbe Weise, wie es oben §. 233 angegeben wurde, das Resultat der Messung ziehen zu können. — Beträgt das letzte Stück der zu vermessenden Linie keine ganze Maßstabslänge, so wird dasselbe in Theilen einer solchen Länge, d. h. in Fuß, Zoll und Linien abgenommen.

Geht auch eine Messung dieser Art, besonders dann, wenn man jedes Tagewerk, das selten 200° übersteigt, am nächsten Tage wieder zurückmißt, höchst langsam von Statten, so muß sie doch, wenn sie mit der gehörigen Vorsicht ausgeführt wird, ein vollkommen richtiges Resultat gewähren. — Allein es ist leicht einzusehen, daß bei einem schnell ansteigenden oder sehr abschüssigen Terrain die Schemel nicht angewendet werden können, weil sie auf demselben schwer aufzustellen und im Ganzen nur wenig zu erniedrigen oder zu erhöhen sind. Daher muß man auf solchem Terrain

2) die Brücken anwenden. Sie sind hölzerne Gerüste zur Unterlage der Maßstäbe, und bestehen aus starken Pfählen, welche in der Richtung der zu vermessenden Linie, zu beiden Seiten des Alignements derselben, in den Boden eingeschlagen werden, und von denen je zwei und zwei sich gegenüber stehen und oben durch Querriegel verbunden sind. Die letzteren müssen entweder sämmtlich in einer Horizontalebene, oder, wo dies bei stark und hoch aufsteigendem oder tief abfallendem Terrain nicht angeht, in mehreren, wie Stufen, über oder unter einander liegenden, Horizontalebenen sich befinden, welche über Höhen und durch Thäler oder Vertiefungen hinweg, von einem Endpunkt der Linie bis zum anderen geführt werden. Doch ist es nicht nöthig, daß die Brücken gleich in dieser ganzen Länge erbaut werden, es darf vielmehr nur auf einem Theil der Linie geschehen, und kann dann während der Messung hinten, wo sie gebraucht wurde, weggenommen und vorn, wo sie erst gebraucht werden soll, wieder errichtet werden. — Wo eine dieser Horizontalebenen in den natürlichen Boden einschneidet, wie ab, Fig. 142, in b, oder sich darüber um mehr als 5′ erhebt, wie cd in d über f, wird neben den zuletzt eingeschla-

genen Pfählen, b und d, im ersteren Fall ein Paar längere Pfähle, e, im anderen ein Paar kürzere, f, in den Boden gesetzt, und mit deren Querriegel eine neue höher oder tiefer liegende Horizontale, e g oder f h, eingerichtet. — Sind sämmtliche Pfähle eingeschlagen, so legt man über die Querriegel derselben von einem Paar Pfählen zum andern, starke gehobelte Latten zur Unterlage der Maßstäbe, überzeugt sich vermittelst der Setzwage von ihrer richtigen Lage, und corrigirt dieselbe, wenn sie hin und wieder nicht ganz horizontal befunden werden sollte, durch ein tieferes Einschlagen der Pfähle oder durch Unterlagen zwischen Latten- und Querriegel, und befestigt die Latten leicht durch Brettnägel. Endlich wird auf der, gegen den niederen Pfahl zuliegenden glatt gehobelten Seite des höhern Pfahls durch eine lothrechte Linie, die man mit Hilfe eines Bleilothes zieht, die Vertikalebene des Alignements der gegebenen Linie bezeichnet.

Die Messung auf den Brücken geschieht endlich ganz so, wie auf den Schemeln. Da man auf ihnen aber nicht durch Erhöhung oder Erniedrigung der Lattenlage, falls diese nicht überall ganz richtig sein oder sich irgendwo geworfen haben sollte, die Maßstäbe in eine vollkommen horizontale Lage bringen kann, so muß man sich durch Unterlegen von Blättchen Kartenpapier oder einem anderen dünnen und festen Mittel unter das zu tief liegende Ende helfen. Geht man von einer dieser Horizontalebenen zur andern über, so wird natürlich wieder der Endpunkt des einen Maßstabes mit dem Anfangspunkt des anderen durch Hilfe des Bleilothes in ein und dieselbe Vertikalebene gebracht. — Mißt man die senkrechte Höhe, in welcher sich die verschiedenen Horizontalebenen über einander erheben, so erhält man durch die Summen dieser Erhebungen zugleich die Höhe der höchsten über den niedrigsten Punkten des Alignements.

Auch die Maßstabsmessung auf Brücken läßt, wenn sie mit der gehörigen Vorsicht und Genauigkeit ausgeführt wird, nichts zu wünschen übrig, und giebt stets ein vollkommen richtiges Resultat. — Stellt man gleichzeitig mit ihr oder mit der Maßstabsmessung auf Schemeln, Thermometerbeobachtungen an, und bringt man mit Hilfe dieser nach Vollendung der Messung den Einfluß in Berechnung, welchen die Veränderung der Temperatur auf die Länge der Maßstäbe ausgeübt hat, so läßt sich die Länge der zu messenden Linie mit einer Schärfe bestimmen, wie sie nur irgend erreicht und verlangt werden kann. Bei

Messung gewöhnlicher Linien würde eine solche Genauigkeit, die mit großem Zeitverlust verknüpft ist, übel angewendet sein, weil man die Linie nach dem verjüngten Maßstabe doch nicht in einer solchen Schärfe, wie sie gemessen ist, auf das Papier tragen kann; bei Messungen solcher Standlinien hingegen, die der genauen Triangulation eines ganzen Landes zum Grunde gelegt werden sollen, und an welche man die desfallsigen trigonometrischen Berechnungen knüpft, kann die Genauigkeit nicht groß genug sein.

### Allgemeine Bemerkungen über die vorbeschriebenen Meßinstrumente und Classification der letzteren.

§. 236. Die vorstehend beschriebenen Meßinstrumente lassen sich in drei Classen theilen, nämlich in solche Instrumente, die

1) zur Aufstellung anderer Instrumente dienen, wie die Wasserwage, die Orientirboussole, die Einlothzange, die Setzwage, der Quadrant, und der Meßtisch zur Aufstellung des Diopterlineals und des Fernrohrdiopters, und selbst die beiden letzteren zur Orientirung des Meßtisches;
2) zum Winkelmessen benutzt werden, wie das Diopterlineal und Diopterfernrohr, die Boussole und Patentboussole, das Astrolabium, der katoptrische Zirkel und Reflector, Schmalkalder's Höhenmesser und der Quadrant, und endlich in solche, die
3) zur unmittelbaren Messung von Entfernungen gebräuchlich sind, wie die Meßkette und Meßschnur, das Meßband und die Maßstäbe.

Die letzteren werden Distancenmesser und die zur Winkelmessung bestimmten, Winkelmesser oder Goniometer genannt.

Da ferner die während der Arbeit zu messenden Winkel sein können:

1) Horizontalwinkel, deren Schenkel in einer Horizontalebene liegen;
2) Vertikalwinkel, deren Schenkel in einer Vertikalebene liegen, wie bei Höhen- oder Elevationswinkeln, bei denen ein Schenkel horizontal, der andere über den Horizont erhöht ist, oder wie bei Tiefen-, Erniedrigungs- oder Depressionswinkeln, bei denen ein Schenkel horizontal, der andere unter den Horizont geneigt ist;

3) Geneigte oder Schiefen-Winkel, wenn die Ebene, in der beide Schenkel liegen, eine Neigung gegen den Horizont hat, die kleiner als 90° ist;

so zerfallen die Winkelmesser in

1) Horizontalwinkelmesser, welche zur Messung von Horizontalwinkeln bestimmt sind, oder den gemessenen geneigten Winkel auf den Horizont reducirt oder in seiner Horizontalprojection geben, wie das Diopterlineal und Diopterfernrohr, die gemeine und die Patentbouſſole, und das Astrolabium. — Der katoptrische Zirkel und Reflector werden zwar auch zur Messung von Horizontalwinkeln benutzt, gehören aber, streng genommen, nicht in diese Classe, weil an ihnen keine Vorrichtung angebracht ist und sein kann, um den Limbus des Instrumentes vollkommen horizontal zu stellen;

2) Vertikalwinkelmesser, wie das Lehmannsche Diopterlineal mit Fadenkreuz, das Diopterfernrohr mit Gradbogen, das Astrolabium, der katoptrische Zirkel und Reflector mit künstlichem Horizont, Schmalkalder's Höhenmesser und der Quadrant. Diese Instrumente können sämmtlich Höhenmesser und auch, mit Ausnahme des Reflectors und katoptrischen Zirkels, Tiefenmesser genannt werden, weil sie zugleich zur Bestimmung der Höhen und Tiefen benutzt werden. Zwar kann man mit dem katoptrischen Zirkel und Reflector auch Tiefenwinkel messen, allein nicht genau, weil der künstliche Horizont dabei keine Anwendung finden, und der Limbus des Instrumentes nicht genau vertikal gestellt werden kann;

3) Schiefenwinkelmesser, zur Ermittelung geneigter Winkel, wie der Reflector und katoptrische Zirkel.

Endlich kann das Maß für den gemessenen Winkel durch die beschriebenen Winkelmesser:

1) graphisch oder durch Zeichnung unmittelbar dargestellt werden, wie beim Diopterlineal, Diopterfernrohr, und Reflector, oder mittelbar, wie bei der gemeinen und der Patentbouſſole durch die Bouſſolenplatte und den katoptrischen Zirkel, durch Construction mit den Zirkelspitzen;

2) geometrisch, durch Ablesung der Größe desselben in Graden, oder Gradtheilen vom Limbus und Nonius wie bei dem Diopterfernrohr mit Gradbogen, der gemeinen und der Patentbouſſole, dem Astrolabium, katoptrischen Zir-

kel, Reflector, Schmalkalder's Höhenmesser, und dem Quadranten, und endlich

3) durch geometrische Construction oder trigonometrische Berechnung gefunden werden.

Es bleibt uns nun noch übrig, Instrumente zu bezeichnen, durch welche man den Fall solcher Flächen in Fuß, Zoll und Linien bestimmen kann, die dem Auge horizontal erscheinen, wie z. B. die Sohle eines Thales, der Spiegel eines fließenden Gewässers ꝛc., und deren geringe Neigung durch keine der vorbeschriebenen Instrumente, wiewohl man sich des Lehmannschen Diopterlineals und des Diopterfernrohrs mit Grabbogen dazu bedienen könnte, genau zu ermitteln ist; dies sind die Nivellirinstrumente, von denen die sogenannte Canalwage das gebräuchlichste ist.

## 17. Die Canalwage.

§. 237. Die Canal-, Nivellir- oder gemeine Wasserwage, Fig. 143, besteht aus einem cylindrischen Rohre a b, mit zwei rechtwinklig darauf stehenden gläsernen Hohlcylindern, c d und e f, und aus einem Stativ. Beschreibung der Canalwage.

a. Das cylindrische Rohr, aus Messing, Kupfer oder verzinntem Eisenblech gefertigt, ist ungefähr 3—4′ lang, 1—1½″ weit, an jedem Ende mit einem rechtwinklig aufgerichteten, oben offenen, cylinderförmigen Knie, aus demselben Metall, versehen, und besteht entweder aus einem Stücke oder aus mehreren Stücken, die beim Gebrauch zusammen, beim Nichtgebrauch aber, des bequemern Transportes wegen, aus einander geschraubt werden. In die Oeffnungen der Kniee werden cylindrische Glasröhren, gewöhnliche Lampencylinder, von möglichst großem und gleichem Durchmesser, doch nicht unter ¾″ weit, und etwa 6 bis 9″ Länge, geschoben und fest verkittet. Das Ganze muß dann eine zusammenhängende Röhre bilden. In der Mitte der Längenrichtung der Metallröhre befindet sich auf der untern, oder der den Glasröhren entgegengesetzten, Seite ein metallener Hohl- oder Vollcylinder, g, vermittelst dessen das Instrument mit dem

b. Stativ verbunden wird. Dies ist dem des Meßtisches vollkommen ähnlich, nur darf es keinen Kopf mit Mikrometerschraube haben.

Gießt man beim Gebrauch reines oder mit irgend einer Farbe tingirtes Wasser in die Röhre, bis die gläsernen Cylinder bis zu ihrer halben oder ⅔ Höhe damit angefüllt sind, so wer-

den die Wasserspiegel in den Glasröhren nach hydrostatischen Gesetzen in einer horizontalen Ebene liegen *), und mithin wird auch ein Visirstrahl, v s, der genau beide Wasserspiegel berührt, gleichfalls eine horizontale Lage haben. — Um dem Visirstrahl diese Richtung zu geben, bringt man ein Auge, v, während man das andere schließt, in die Nähe der einen Glasröhre, e f, und sieht scharf über die Seitenabgrenzung des Wassers, welche als dunkle Linie erscheint, fort nach eben dieser Seitenbegrenzung des Wassers in der anderen Röhre, c d. Die geringste Abweichung des Auges erzeugt natürlich einen Fehler in der Richtung des Visirstrahls, und deshalb bedient man sich zu allen genauen Nivellements solcher Instrumente, durch welche der Augenpunkt fixirt wird.

## 18. Das Nivellirdiopter.

Beschreibung des Instrumentes.

§. 238. Das Nivellirdiopter besteht aus einem Diopterlineal, in dessen Diopterebene eine genaue röhrenförmige Libelle angebracht ist. Das Ocular diopter hat entweder einen feinen horizontalen Einschnitt, oder statt dessen ein trichterförmiges Ocularloch; das Objectivdiopter einen feinen horizontal angespannten Faden, der mit dem Oculareinschnitt oder Ocularloche genau in einer mit der Fläche des Lineals parallellaufenden Ebene liegt. — Das Lineal ist auf einem Stativ befestigt, welches so eingerichtet sein muß, daß das Lineal vollkommen horizontal gestellt, und in dieser Lage sich um die senkrechte Achse des Stativs bewegen kann. **) — Da, wo große Strecken mit der größtmöglichsten Genauigkeit nivellirt werden sollen, gebraucht man stets

*) Beim Füllen der Röhre mit Wasser und beim Transport derselben von einem Standpunkt zum anderen, muß man sich in Acht nehmen, daß keine Luftblasen in die Röhre kommen, da solche den horizontalen, gleich hohen Stand der Wasseroberflächen stören können. Wenn nämlich die Wassersäulen in den Glascylindern nicht gleiches specifisches Gewicht haben, so werden sie sich zwar ins Gleichgewicht setzen, aber ihre Oberflächen nicht gleich hoch, d. h. horizontal stehen. Dies wird aber immer der Fall sein, wenn die Röhre nach der einen oder anderen Seite Luftblasen in sich schließt, die das Volumen der Wassermasse vermehren, das specifische Gewicht des Wassers in gleichem Raum der Röhre aber vermindern. Durch Rütteln und Klopfen der Röhre können die Luftblasen leicht entfernt werden.

**) Im Nothfall kann ein Lehmannsches Diopterlineal mit Fadenkreuz die Stelle eines Nivellirinstrumentes vertreten, wenn man es

## 19. Das Nivellirfernrohr.

§. 239. Das Nivellirfernrohr, Fig. 144, besteht: Beschreibung des Instrumentes.

a. aus einem achromatischen Fernrohr, AB, von 10 bis 15″ Länge, in dessen Brennpunkt ein Fadenkreuz sich befindet, und das an beiden Enden mit genau cylindrisch geschliffenen Ringen von Glockenmetall versehen ist. Im Uebrigen ist das Fernrohr und Fadenkreuz gerade so eingerichtet, wie das eines Diopterfernrohrs. Es ruht mit seinen glockenmetallenen Ringen

b. in den geraden Gabeln, v. w, zweier messingener Träger, C und D, von denen der eine, C, senkrecht auf einer prismatischen Stange, EF, von eben diesem Metall steht, während der andere, D, gleichfalls senkrecht in einer, an jener Stange befestigten Buchse, F, ruht, und sich in dieser vermittelst einer vertikalen Stellschraube, G, erhöhen und erniedrigen läßt, damit die Achse des Fernrohrs wagerecht gestellt werden kann. — Die geraden Arme der Gabeln, v und w, treffen unter einem rechten oder spitzen Winkel zusammen, ihre innern Seiten tangiren daher das Fernrohr, das zwischen ihnen fester und sicherer liegt, und sich sanfter um seine Achse drehen läßt, als in runden Pfannen. Oben sind an einem Arme jeder Gabel in Scharnieren bewegliche halbringförmige Bänder, o. u, die sogenannten Halsbänder, angebracht, welche das hineingelegte Rohr festhalten und an den andern Arm der Gabel durch einen Splint befestigt werden können. Ihrer Form wegen werden die Träger die Y's genannt. — In der Mitte der Längenrichtung der prismatischen Stange, EF, befindet sich auf der den Trägern entgegengesetzten oder untern Seite ein konischer Zapfen, H, von Messing oder besser von Stahl, zur Verbindung des Instrumentes mit dem Stativ, welches wo möglich drei Stellschrauben zum Horizontalstellen haben muß.

c. Die röhrenförmige Libelle, ab, ist mit dem Fernrohr vermittelst ihrer Träger c und d verbunden, und läßt sich mit Hilfe eines an einem Träger, c, befestigten Scharniers und einer am anderen Träger angebrachten vertikalen Stellschraube, e, parallel zum Fernrohr stellen, so, daß die Visirlinie, in der Richtung der Fernrohrachse, horizontal wird, wenn die Luftblase richtig einspielt.

---

auf dem Meßtische vollkommen horizontal, das Fadenkreuz unten oder oben am Objectivdiopter auf 0 stellt, und durch das unterste oder oberste Ocularloch des Ocular-diopters visirt.

Prüfung des Instrumentes.

§. 240. Am Nivellirfernrohr können folgende Fehler vorkommen:

1) daß die Visirlinie in der Achse des Fernrohrs nicht genau mit der Umdrehungsachse des letzteren oder mit der Achse seiner Ringe von Glockenmetall zusammenfällt. Um diesen Fehler zu entdecken, visirt man nach einem entfernten, scharf bezeichneten Punkt, etwa nach dem Knopf einer sehr entfernten Kirche oder nach der äußersten Spitze eines entfernten Dachgiebels, und bringt den Durchschnittspunkt des Fadenkreuzes damit zur Deckung. Hierauf dreht man das Fernrohr allmählig um seine Achse, und sieht ob der Mittelpunkt des Fadenkreuzes in jeder Lage des Rohrs den entfernten Punkt deckt. Ist dies nicht der Fall, so muß entweder das Fadenkreuz oder das Ocularloch, weshalb die Metallscheibe des Fernrohrs, worin dasselbe eingeschnitten, verschiebbar gemacht ist, mittelst der zu diesem Zwecke angebrachten 3 kleinen Correctionsschrauben, so lange hin und her gerückt werden, bis bei jeder Drehung des Fernrohrs der Durchschnittspunkt seines Fadenkreuzes ein und denselben entfernten Punkt deckt.

2) Daß die Wasserwage keine parallele Lage mit der Achse des Fernrohrs hat. Zur Prüfung des Instrumentes stelle man dasselbe so auf, daß die Luftblase der Libelle richtig einspielt, und die prismatische Stange mit den Trägern, wo möglich vertikal, über eine der drei Stellschrauben des Stativs steht, nehme sodann das Fernrohr aus den Gabeln heraus, und lege es in umgekehrter Richtung wieder hinein, d. h. in die Gabel, in welcher das Objectivende lag, das Ocularende, oder umgekehrt. Spielt jetzt die Luftblase nicht richtig ein, sondern geht dieselbe, wie dies häufig geschieht, mehr gegen das eine Ende der Libelle hin, so ist die Achse des Fernrohrs nicht parallel mit der Libelle, und der Fehler muß zum Theil mit der Stellschraube des Stativs, zum Theil mit der Correctionsschraube, e, der Libelle verbessert, und das Umwenden des Fernrohrs und das Einstellen der Libelle so oft erneuert werden, bis die Luftblase stets richtig einspielt, welche Lage auch das Fernrohr erhalten mag.

3) Daß die Seheachse des Fernrohrs bei einer Azimuthalbewegung des letzteren nicht in horizontaler Lage bleibt. Dieser Fehler kann nur in einer unrichtigen Lage der Libelle zum Stativ oder in einer ungleichen Höhe der Y's über der prismatischen Stange seinen Grund haben. Zur Untersuchung, ob dieser Fehler vorhanden ist, stelle man das Instrument mit dem Stative so auf, daß die Luftblase

blaſe richtig einſpielt, drehe ſodann das Inſtrument um die Achſe des Stativs um 180° herum, und ſehe, ob die Luftblaſe der Libelle unverrückt ihre Stellung behält. Iſt dies der Fall, ſo haben die Y's gleiche Höhe über der prismatiſchen Stange; wenn nicht, ſo verbeſſere man die Hälfte des gefundenen Fehlers durch die am untern Ende des einen Trägers angebrachte Correctionsſchraube G, die zweite Hälfte durch die Stellſchrauben des Stativs. Hierauf drehe man das Fernrohr um 90° um die Achſe des Stativs herum und verbeſſere, wenn die Libelle nicht richtig einſpielt, die Abweichung zum Theil durch die eine, zum Theil durch die zweite der anderen beiden Stellſchrauben des Stativs. Iſt die Berichtigung ſo weit gediehen, daß bei jeder Bewegung des Fernrohrs um die Achſe des Stativs die Luftblaſe unverrückt einſpielt, ſo iſt das Inſtrument in der zum Nivelliren erforderlichen Verfaſſung.

§. 241. Außer einem oder dem andern der vorbeſchriebenen Nivellirinſtrumente gebraucht man zur Beſtimmung der Höhenunterſchiede der beiden End- oder mehrerer Zwiſchenpunkte der zu nivellirenden Linie noch

## 20. Nivellirmaßſtäbe

oder Nivellirſtangen, Fig. 145, mit Richttafeln oder Zielſcheiben. Es ſind von unten nach oben genau in Fuß, Zoll und Linien eingetheilte, unten gegen die Abnutzung mit einem eiſernen Beſchlage verwahrte, gewöhnlich 10′ lange Maßſtäbe, ab, an denen ſich eine verſchiebbare Zielſcheibe, cd, das Zeichen genannt, befindet, welche durch einen Ueberwurf, fg, mit Klemmſchraube, e, an den Maßſtäben feſtgehalten, und wenn dieſelben vertikal aufgeſtellt ſind, vermittelſt einer Schnur, die über eine Rolle, b, im obern Ende der Stäbe läuft, hinaufgezogen oder heruntergelaſſen, und durch Anziehen der Klemmſchraube feſtgeſtellt werden kann. Die Zielſcheibe iſt gewöhnlich 1′ im Quadrat groß, aus Blech oder Holz gearbeitet, und wiederum in vier einander gleiche Quadrate zerlegt, von denen ſich je zwei und zwei übereck von den beiden andern durch eine verſchiedene Farbe unterſcheiden. Meiſtentheils macht man zwei Felder ſchwarz oder roth, die andern weiß. Die obere Kante des Ueberwurfs, fg, oder ein daran angebrachter Zeiger, liegt mit der Mitte der Scheibe oder deren horizontalen Mittellinie, mn, in einer Horizontalebene, und bezeichnet mithin am Maßſtabe den Theilſtrich, welcher vom Viſirſtrahl, der über die beiden Waſſerflächen der Canalwage, durch die Diopter des

Nivellirmaßſtäbe.

Nivellirdiopters oder durch die Achse des Nivellirfernrohrs nach der Mitte des Zeichens geht, getroffen wird, und giebt dessen Höhe über dem Punkt an, auf dem der Nivellirmaßstab steht.

### Gebrauch der Nivellirinstrumente und Anfertigung von Nivellirrissen.

Gebrauch der Nivellirinstrumente.

§. 242. In militairischer Beziehung werden Nivellements in der Regel nur ausgeführt:

1) um die Größe des Gefälles eines Flusses oder eines anderen fließenden Gewässers, etwa zur Anlage von Ueberschwemmungen, zu ermitteln,
2) um den Fall von Straßen, Wegen oder anderen geneigten Flächen, z. B. von Bauebenen zu fortificatorischen Anlagen, genau nach Fuß, Zoll und Linien zu erfahren.

Soll irgend eine Linie, AI, Fig. 146, nivellirt oder abgewogen werden, so stellt man im Anfangspunkt, A, derselben eine Nivellirstange senkrecht auf, in einiger Entfernung davon, in B, das Nivellirinstrument, und auf der anderen Seite des letzteren, wieder in einer gleichen Entfernung, in C, eine zweite Nivellirstange. Dann richtet man das Instrument auf die erstere Nivellirstange in A, und läßt durch den Gehilfen, welcher sie hält, das Zeichen so weit hinaufziehen, bis die horizontale Mittellinie desselben vom Visirstrahl scharf getroffen wird, und sodann die Scheibe, mittelst der Klemmschraube, feststellen. Hierauf richtet man das Instrument auf die andere Nivellirstange, in C, läßt durch den zweiten Gehilfen auch deren Richttafel in eine solche Lage bringen, daß ihre Mitte von dem Visirstrahl getroffen wird, und sie sodann gleichfalls feststellen. Jetzt begiebt man sich zu beiden Tafeln, notirt sich die Zahl, welche an den Maßstäben durch den Zeiger oder Ueberwurf angegeben wird, und erhält durch deren Differenz den Höhenunterschied der Standorte, A und C, beider Stangen. Hierauf läßt man das Instrument in einiger Entfernung hinter der zweiten Stange, in D, aufstellen, die unverrückt auf ihrem Standort, C, stehen bleibt; die erste Nivellirstange hingegen in einiger Entfernung hinter dem Instrumente, in E, und wiederholt das vorige Verfahren.

Bleibt das Terrain im Ansteigen oder im Abfallen, so addirt man die neu gefundene Differenz zu der vorigen, und die Summe beider Zahlen giebt den Höhenunterschied zwischen dem ersten, A, und dem zweiten Standort, E, der ersten Nivellirstange. Wäre aber das Terrain vom ersten Standort, A,

der ersten Stange bis zu dem, in C, der zweiten Stange gestiegen, von dieser bis zum zweiten Standort, E, der ersten Stange aber wieder gefallen, so müßte auch die jetzt gefundene Differenz von der zuerst gefundenen subtrahirt werden, wenn die hierdurch erhaltene Zahl den Höhenunterschied zwischen dem ersten und zweiten Standort der ersten Nivellirstange bezeichnen soll. —

Folgendes Beispiel möge die Sache näher erläutern. Gesetzt man fände, vom ersten Standort, B, des Instrumentes aus, daß der Zeiger an der ersten Nivellirstange, in A, auf 4′ 7″ 8‴ zeigt, an der zweiten Nivellirstange, in C, auf 3′ 4″ 6‴, so giebt die Differenz 1′ 3″ 2‴ den Höhenunterschied der beiden Punkte, A und C, und da das Maß, welches der Zeiger an der zweiten Nivellirstange angiebt, kleiner als das an der ersteren ist, mithin die horizontale Visirlinie vorwärts sich dem Boden nähert, so muß auch das Terrain steigen, also der Punkt C um 1′ 3″ 2‴ höher liegen als der Punkt A. — Fände man nun ferner vom zweiten Standort des Instrumentes aus, daß der Zeiger am zweiten unverändert stehen gebliebenen Nivellirmaßstabe 5′ 6″ 9‴, am ersten Nivellirmaßstabe aber, der jetzt auf dem zweiten Standorte in E steht, 3′ 5″ 7‴ angäbe, so würde die Differenz von 2′ 1″ 2‴, weil das Terrain fortgesetzt steigt, zur erst gefundenen Differenz addirt werden müssen, mithin 1′ 3″ 2‴ + 2′ 1″ 2‴ = 3′ 4″ 4‴ der Höhenunterschied zwischen dem ersten und zweiten Standort des ersten Nivellirmaßstabes sein, und der letztere Punkt um eben so viel höher liegen als der erstere. — Ergäbe sich dagegen vom zweiten Standorte aus, daß das Maß, welches der Zeiger an der nach E weiter gerückten ersten Nivellirstange anzeigt, 8′ 7″ 9‴, mithin um 3′ 1″ 0‴ größer ist, als das am unverändert in C stehen gebliebenen zweiten Nivellirmaßstabe, so muß auch, weil die horizontale Visirlinie nach vorwärts sich weiter vom Boden entfernt, das Terrain fallen, und die zuletzt gefundene Differenz von der ersteren subtrahirt werden. Es wird demnach der Höhenunterschied von A über E 1′ 3″ 2‴ — 3′ 1″ 0‴ = — 1′ 7″ 8‴ sein. — Hierdurch kommen wir ganz unwillkürlich zu einer negativen Zahl, und durch dieselbe natürlich zu dem Resultat: daß das Terrain von A bis E mehr fallen als steigen, mithin der Punkt C 1′ 7″ 8‴ niedriger liegen muß, als der Punkt A.

Bezeichnet man nun in dem, bei einem Nivellement zu führenden, Manual, wenn die Visirhöhen nach vorwärts

kleiner als nach rückwärts ſind, mithin die horizontalen Viſirlinien ſich dem Terrain nähern und dieſes ſteigt, die gefundenen Differenzen mit +; wenn dagegen die Viſirhöhen nach vorwärts größer als nach rückwärts ſind, mithin die horizontalen Viſirlinien ſich vom Boden entfernen und dieſer abfällt, die gefundenen Differenzen mit —, ſo löſ't ſich die ganze Berechnung des Nivellements in eine Addition poſitiver und negativer Größen auf.

Um indeſſen beim Aufſchreiben der gefundenen Viſirhöhen und Differenzen, wie bei Beſtimmung des Reſultates, jeden Irrthum zu vermeiden, ſtets das ganze Ergebniß des Verfahrens mit einem Blick überſehen und noch einmal nachrechnen zu können, iſt es zweckmäßig, alle dabei vorkommenden Zahlen tabellariſch zu ordnen, und ſie, da ein Zoll $= \frac{1}{10}'$, eine Linie $= \frac{1}{10}'' = \frac{1}{100}'$ iſt, als Decimalbrüche von 2 Stellen in Rechnung zu bringen. — Dieſe Tabelle kann etwa wie folgende eingerichtet ſein.

| Standort des Inſtrum. | Viſirhöhen nach rückwärts | Viſirhöhen nach vorwärts | Differenz | Partielles Steigen des Terrains | Partielles Fallen des Terrains | Total Erhebung des Terrains | Total Gefälle des Terrains | Bemerk. über äußere Einwirkungen, die das Reſultat zweifelhaft machen oder deſſen Glaubhaftigkeit vermehren. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. oder B. | 4,78′ | 3,46′ | +1,32′ | 1,32′ | = | 1,32′ | = | Ruhiges Wetter. |
| II. „ D. | 1,69′ | 4,79′ | −3,10′ | = | 3,10′ | = | 1,78′ | Windig, daher aus zwei Viſirungen das arithmetiſche Mittel. |
| III. „ F. | 2,24′ | 5,37′ | −3,13′ | = | 3,13′ | = | 4,91′ | |
| IV. „ H. | 9,11′ | 2,45′ | +6,66′ | 6,66′ | = | 1,75′ | = | Wieder ruhiges Wetter. |
| | 22,82′ | 21,07′ | +1,75′ | 7,98′ | 6,23′ | 1,75′ | = | |

Summirt man in dieſer Tabelle die Viſirhöhen nach vorwärts und die nach rückwärts, ſo muß die Differenz beider Summen mit der Summe der Differenzen in der 4ten Rubrik übereinſtimmen, und auf gleiche Weiſe die Differenz der Summen des partiellen Steigens und Fallens mit dem zuletzt gefundenen Reſultat der Total-Erhebung oder des Total-Gefälles des Terrains. Man hat alſo eine doppelte Probe ſeiner Rechnung, kann, wenn man auf einen Fehler ſtoßen ſollte, denſelben ohne Schwierigkeit ermitteln, und darf deswegen auch nicht die ganze Arbeit verwerfen. — Die letzte Rubrik der Bemerkungen iſt von großer Wichtigkeit und muß ſorgfältig geführt werden, denn durch ſie erfährt man, welche Zuverläſſigkeit die ganze Arbeit hat. Nichts iſt dem Nivelliren hinderlicher als eine bewegte Luft, vornehmlich wenn man mit der Canalwage arbeitet, weil die dem Luftzuge ausgeſetzten Waſſerſpiegel in beiden Glasröhren

keinen Augenblick ruhig stehen und man mithin nicht scharf über ihre Flächen hinwegsehen kann.

Die Entfernungen, in welchen man die Nivellirmaßstäbe vom Instrumente aufstellt, richten sich zum Theil nach der Art des Instrumentes, zum Theil nach dem Auge desjenigen, der das Nivellement ausführt. Hat man ein Instrument ohne Fernrohr, so darf sie nie größer als etwa 50, höchstens 100 Schritt sein, während sie bei einem Fernrohr-Instrument mehrere 100, ja selbst 1000 Schritt betragen kann. Je weiter man die Zielscheiben vom Auge entfernt, desto schneller geht die Arbeit von Statten und desto weniger Fehler können beim Ablesen und durch eine nicht senkrechte Stellung der Nivellirmaßstäbe sich einschleichen. Jedoch darf diese Entfernung nicht zu groß sein, weil man sonst nicht scharf die Linie sehen kann, welche die Mitte der Zielscheibe bezeichnet, und die Fehler, welche durch eine ungenaue Aufstellung des Nivellirdiopters und Fernrohrs, und dann entstehen, wenn man nicht haarscharf über beide Wasserflächen der Canalwage hinwegsieht, zu groß werden. Die geringste Abweichung der Visirlinie von der wahren Horizontallinie muß bei großen Entfernungen nothwendig zu sehr bedeutenden Fehlern führen.

Bei Aufstellung der Nivellirmaßstäbe ist Hauptsache, daß dieselben vom Gehilfen vollkommen senkrecht gehalten werden, weil sonst nie genau der Vertikalabstand der Visirlinie vom Bodenpunkt gefunden wird, und leicht Fehler von mehreren Linien entstehen können. Um das Senkrechthalten jener Stangen zu erleichtern, versieht man die Richttafel unten wohl mit einem Ringe, und befestigt daran ein Bleiloth, welches, wenn die Stange richtig gehalten wird, parallel derselben herabhängen muß. — Da indessen Fehler im senkrechten Stand der Nivellirmaßstäbe nie ganz vermieden werden können, so nivellirt man Linien, deren Gefälle mit der größten Genauigkeit bestimmt werden soll, vor- und rückwärts, und nimmt bei geringer Differenz beider Resultate das arithmetische Mittel. Ist die Differenz aber sehr beträchtlich, so muß das Verfahren zum dritten Male, ja vielleicht noch öfter wiederholt werden.

Soll bei einer langen Linie der Höhenunterschied von Zwischenpunkten ermittelt werden, so bezeichnet man dieselben mit Pfählchen, stellt im Fortgange der Arbeit neben die letzteren die Nivellirstangen, ermittelt dadurch ihre relative Höhe und schreibt dieselbe an die Pfählchen. Im Uebrigen ist es ganz gleichgiltig, wo die Nivellirstangen und das Instru-

ment aufgestellt werden, wenn nur die erste Stange im Anfangs- und die letzte im Endpunkt der zu nivellirenden Linie zu stehen kommt. Man darf sich also nicht streng an eine gewisse Linie binden, sondern kann auf verschiedenen Wegen vom Anfangs- zum Endpunkt jener Linie gelangen. Es ist indessen immer rathsam, entweder den kürzesten Weg, auf dem man am schnellsten zum Ziele kommt, oder den einzuschlagen, der ein stetig steigendes oder fallendes Terrain, oder den mindesten Wechsel im Steigen und Fallen darbietet, weil auf einem solchen Terrain die Rechnung einfacher wird, und besser zu übersehen ist.

Bei Ermittelung des Gefälles eines Flusses oder fließenden Gewässers überhaupt setzt man die Nivellirmaßstäbe ins Wasser, bemerkt die Stelle, wohin der Visirstrahl trifft, und zieht von dieser Höhe so viel Zoll und Linien ab, als die Stange unter den Wasserspiegel hinabreichte. Ferner muß nothwendig der Wasserstand des obern und untern Punktes zu ein und derselben Zeit an einem eingeschlagenen Pfahle markirt, und der Höhenunterschied beider Marken ermittelt werden, weil während des Nivellements, besonders wenn es mehrere Tage währen sollte, Ereignisse eintreten können, welche einen mehr oder minder bedeutenden Einfluß auf die Höhe des Wasserstandes ausüben, und wenn jene Marke nicht vorhanden wäre, die ganze Arbeit nutzlos machen könnte. — Nivellirungen fließender Gewässer kommen häufig, selbst im Kriege vor, z. B. wenn vor irgend einer Stellung oder Verschanzung eine Anstauung oder Ueberschwemmung angelegt werden soll, zur Bestimmung der Lage und Länge der Fangdämme und des Umfanges des Inondationsterrains.

Anfertigung von Nivellirrissen.

§. 243. Wird das Resultat irgend eines Nivellements bildlich dargestellt, so entsteht der Nivellirriß. Er ist eine Profilzeichnung oder ein Profilriß jenes Terrains. Um ihn ausführen zu können, müssen die Horizontalentfernungen der Punkte, auf welchen die Nivellirmaßstäbe standen, bestimmt und nach dem verjüngten Maßstabe auf eine gerade Linie der Bildfläche getragen werden. Errichtet man in den dadurch auf der Bildfläche gefundenen Punkten Perpendikel zu jener geraden Linie, der Grundlinie des Nivellirrisses, verlängert man diese Perpendikel nöthigenfalls unter der Grundlinie, macht man dieselben so lang, wie die Rubrik der Totalerhebung oder des Totalgefälles der Tabelle es verlangt, im letztern Falle unter der Grundlinie, und verbindet man die Endpunkte der Per-

pendikel durch eine feine Linie, so ist der verlangte Riß vollendet. — Sind indessen die Höhen so unbedeutend gegen die Horizontalentfernungen der Perpendikel, daß sie nicht genugsam ins Auge fallen würden, wenn man beide in richtigem Verhältnisse zu einander auftrüge, so wird der verjüngte Maßstab zum Auftragen der relativen Höhen oder Tiefen verdoppelt, verdreifacht oder überhaupt vergrößert, und unter den Profil- oder Nivellirrissen bemerkt, wie sich der Maßstab der Höhen und Tiefen zu dem der Horizontalentfernungen verhält.

Auch die Nivellirrisse können Längen- und Querprofile sein, je nachdem sie in der Richtung der Hauptlinie selbst liegen, oder dieselbe durchschneiden. Der jedesmalige Zweck der Nivellements bestimmt, ob überhaupt Profile anzufertigen und ob außer dem Längenprofile auch noch Querprofile nöthig sind. Soll z. B. eine Ueberschwemmung irgendwo angelegt werden, so ist ein Längenprofil zur Bestimmung der Lage und Höhe der Fangdämme, und an jedem Orte, wo ein Fangdamm angelegt werden muß, auch ein Querprofil zur Bestimmung der Breite der Ueberschwemmung und der Länge der Dämme erforderlich.

---

Schlußbemerkung.

§. 244. Außer den in vorstehenden Blättern beschriebenen Instrumenten giebt es zwar noch eine nicht geringe Anzahl anderer Meßinstrumente, allein sie sind eines Theils nicht praktisch und genau, und daher nicht mehr gebräuchlich, wie z. B.

1) das Diopter- oder Winkelkreuz, Fig. 147, ein rechtwinkliges Kreuz von Holz, welches auf einem, unten mit einer eisernen Spitze versehenen, Stocke, der die Stelle des Stativs vertritt, befestigt, auf jedem Ende seiner nicht gleichlangen Arme mit einem senkrechten feinen eisernen Stifte versehen ist, und zum Abstecken der Winkel von 25, 35, 45, 55, 60, 65, 80, 90, 100 und 120° (siehe Fig. 148) benutzt werden kann, je nachdem man an verschiedenen Stiften vorbeivisirt.

2) der Diopter- oder Winkelknopf, Fig. 149, ein an einem Stocke mit eiserner Spitze befestigter hohler cylindrischer Knopf von Messing, der bei einer Höhe von 2″ einen Durchmesser von 2—4″ hat, in dessen Seitenwänden sich senkrechte Spalten oder Einschnitte befinden, durch welche man visirt, deren vertikale Visirebenen sich unter Winkeln von 90 und 45° schneiden, und mit

deſſen Hilfe man daher Winkel von 45, 90 und 135° abſtecken kann.

3) die Diopter oder Winkelſcheibe, Fig. 150, eine hölzerne Kreisfläche von 10 und mehr Zoll im Durchmeſſer, an deren Peripherie eine Gradeintheilung zu ganzen Graden eingeriſſen iſt und in deren Centrum, a, ein feiner eiſerner Stift ſenkrecht ſteht, der Scheibe zur Umdrehungsachſe und zugleich zur Verbindung mit einem Stabe dient, der mit einer eiſernen Spitze, zum Einſtecken in den Boden, verſehen iſt und die Stelle des Stativs vertritt. In jedem Theilſtriche der Gradeintheilung befindet ſich ein Loch, in welches ein Stift, von derſelben Länge und Stärke des im Centrum ſtehenden, geſteckt werden kann. Die Winkelſcheibe, die man ſich im Nothfalle ſelbſt anfertigen kann, dient zur Meſſung und zum Abſtecken von Winkeln. Nachdem man den Stab in den Scheitelpunkt des zu meſſenden Winkels ſenkrecht geſteckt, viſirt man bei den Viſirſtiften, a und b, im Centrum und Nullpunkt der Gradeintheilung vorbei nach dem Endpunkte des einen Schenkels und bringt die Stifte mit dieſem zur Deckung, ſodann nach dem Endpunkte des anderen Schenkels und ſteckt in der Richtung dieſer Viſirlinie einen dritten Stift, c, in das Loch des Theilſtriches, über den dieſelbe hinweggeht.

Andern Theils gehören die Inſtrumente der höheren Geodäſie an, wie der Theodolit und Heliotrop, und fallen daher aus den Grenzen dieſer Blätter. Noch andere, neuere Inſtrumente, wie z. B. die Diaſtimeter*), oder Diſtancenmeſſer, mittelſt welcher man von einem Standorte aus Weiten

*) Der Königl. Preußiſche Major Roſenberg hat für den Gebrauch im Kriege einen Diſtancenmeſſer (Diaſtimeter) angegeben, deſſen Princip darauf beruht, daß man die Anzahl der Rotten, die zwiſchen zwei in einem Fernrohr angebrachten Parallelfäden erſcheinen, zählt, und ſich ſo, unter der Vorausſetzung, daß die Frontbreiten bekannte Größen ſind, eine Baſis bildet, nach welcher die Entfernung beſtimmt wird. Sieht man z. B. zwiſchen den Fäden 7 Rotten, auf der Geſichtslinie normal ſtehender geſchloſſener Infanterie, ſo iſt deren Entfernung 700 Schritt, bei 8 Rotten 800 Schritt, ꝛc. Für Kavallerie iſt auf dem Rohr eine Skala angegeben. — Der Mechanikus Dörffel in Berlin, unter den Linden Nr. 46, will ein ſolches Fernrohr für 10 Thlr. liefern, und ein ihm überſandtes für etwa 1½ bis 2 Thlr. mit der erforderlichen Einrichtung verſehen.

mißt, ſind noch viel zu unvollkommen, als daß die durch ſie gewonnenen Reſultate für militairiſche Aufnahmen benutzt werden könnten. Die näher beſchriebenen Inſtrumente ſind indeſſen für jede militairiſche Detailaufnahme vollkommen ausreichend. Wir glauben daher durch die Erörterung ihres Baues, wie ihres Gebrauchs, unſerer Aufgabe genügt zu haben und uns zum letzten Abſchnitt unſerer Arbeit, der Detailaufnahme ſelbſt, wenden zu können.

# Vierter Abschnitt.

## Darstellung des Verfahrens bei einer militairischen Vermessung hauptsächlich mit dem Meßtische.

### Einleitung.

Der Meßtisch das vorzüglichste Instrument zur militairischen Vermessung.

§. 245. In den nachfolgenden Blättern wird hauptsächlich nur die Aufnahme einer Gegend mit dem Meßtischapparate behandelt werden, weil der letztere dazu von allen Meßinstrumenten bei weitem das bequemste und daher auch das gebräuchlichste ist, wenn die nöthige Zeit zu seiner Anwendung nicht mangelt.

Der Meßtisch, mit den zu ihm gehörigen Instrumenten, gewährt, wie wir zum Theil schon im §. 182. gesehen haben, die ganz entschiedenen Vortheile:

1) daß man von jeglicher Figur, sie mag auch noch so verwickelt sein und in noch so verschiedenen Horizontalen liegen, die Horizontalprojection sogleich graphisch auf der Bildfläche dargestellt erhält, wodurch eine Brouillonzeichnung ganz unnöthig wird.
2) daß jeder Fehler, der sich bei der Messung etwa einschleichen sollte, während der Arbeit auf dem Felde sogleich entdeckt wird, wenn man irgend wo auf Differenzen stößt oder die Aufnahme nicht zum Schluß (zum Zusammenpassen) bringt. Er kann also sofort an Ort und Stelle, ohne daß man nöthig hätte, nach Hause und von neuem wieder nach dem Felde hinauszugehen, verbessert werden.
3) kann die Lage von Gegenständen (Nichtobjecten, Punkten), ohne daß ihre Entfernungen von einander direct gemessen werden dürften, durch einfache Construction, nach der schon bekannten Lage anderer Punkte, sogleich auf dem Meßtischblatte im Maßstabe der Vermessung bestimmt werden, wodurch wieder ein Auftragen nach dem verjüngten Maßstabe und die dabei vorkommenden Fehler vermieden werden; und endlich

4) ist der Gebrauch des Meßtischapparates und die darauf begründete Methode des Aufnehmens außerordentlich einfach und leicht begreiflich. Jedermann, der dieselbe vollkommen begriffen hat, kann nach der Analogie derselben fast ohne alle Schwierigkeit sich der anderen Meßinstrumente zur Aufnahme bedienen, vorausgesetzt, daß er mit deren Construction und Anwendung vollkommen bekannt ist.

§. 246. Schon oben bemerkten wir:

Bei kleinen milit. Verm. wird die Kugelgestalt der Erde nicht, bei großen genau berücksichtigt.

1) daß bei einer militairischen Vermessung, die sich auf einen kleinen Erdraum beschränkt, auf die Kugelgestalt der Erde nicht Rücksicht genommen werden dürfe, weil in dem kleinen Maßstabe der militairisch geodätischen Arbeiten die Differenz zwischen kleinen gewölbten und ebenen Flächen in der Projection entweder sich gar nicht ausdrücken lasse oder unbeschadet der Richtigkeit unbeachtet bleiben könne (§. 46.). Diese kleineren militairischen Aufnahmen können aber wieder sehr verschieden an Größe sein, entweder mehrere Meßtischblätter umfassen, nur ein Meßtischblatt füllen oder sogar noch kleiner sein;

2) daß aber, sobald sich eine Terraindarstellung über größere Strecken ausdehne, die den Raum eines oder mehrerer Erdgrade umfassen, allerdings die Kugelfläche der Erde in Betracht komme (§. 46.). Damit aber die Detailaufnehmer dies bei ihrer Arbeit durch keine Unbequemlichkeit empfinden, der aufgenommene Flächenraum in sich nach allen Richtungen ohne Verschiebungen und als Theil der Erdkugel dargestellt, und die Stelle genau bezeichnet wird, welche er auf der Erdkugel einnimmt, geht ihrer Vermessung eine Zerlegung jenes Erdraumes in Gradabtheilungen und Sectionen, und eine astronomisch-trigonometrische Vermessung voraus, durch welche die Lage der vorzüglichsten Richtobjecte berechnet und in die Gradabtheilungen und deren Sectionen (§. 37. und 51.), welche in dem verjüngten Maßstabe, in dem die Aufnahme geschehen soll, projicirt sind, eingetragen wird.

Uebersicht einer geograph. astronomisch. Triangulation od. trigonometrischen Netzlegung.

§. 247. Jene astronomisch trigonometrische Vermessung, die sogenannte Triangulation oder trigonometrische Netzlegung, besteht im Wesentlichen darin, daß zunächst auf einem möglichst ebenen und hochliegenden Terrain, von dem man nach allen Richtungen hin eine weite Aussicht hat, und viele ausgezeichnete Richtobjecte, wie Kirchthürme, hohe Berg-

spitzen, auf denen Signale errichtet sind, hohe Feuereſſen von Dampfmaschinen und Hüttenwerken ꝛc. um sich herum erblicken kann, eine gerade Linie, Hauptstandlinie oder Hauptbasis, von mindestens 2000° Länge mit eisernen Maßstäben, welche gegen Biegung durch eigne Schwere gesichert sind, auf das sorgfältigste gemessen wird. —

Von den Endpunkten dieser Standlinie aus wird zunächst auf jeder Seite der letzteren die Lage eines Richtobjectes bestimmt, wodurch wo möglich zwei gleichschenklige Triangel entstehen, welche die Standlinie zur gemeinschaftlichen Grundlinie haben. Man findet die Lage dieser Punkte, indem man sowohl die Winkel, welche die Alignements nach beiden Richtobjecten mit der Hauptbasis machen, als auch den an jenen Punkten entstehenden Winkel sehr sorgsam und durch Multiplication (§. 208.) bis auf die kleinsten Theile von Graden mit den genauesten Winkelmessern, gewöhnlich mit den oben erwähnten Theodoliten, mißt, und danach dieselbe sphärisch trigonometrisch, bis auf das kleinste Längenmaß genau, berechnet. Durch die beiden neben der Standlinie festgelegten Dreiecke erhält man, zur Fortsetzung der Triangulation, 5 neue Grundlinien, an die sich wieder andere allmälig immer größer werdende Triangel bis zu einer Seitenlänge von nicht unter 15000° und nicht über 25000° dadurch knüpfen lassen, daß aus den Endpunkten der Seiten der ersteren Triangel die Lage anderer Punkte durch genaue Winkelmessung und sphärisch trigonometrische Berechnung bestimmt wird. Sind in jedem dieser Triangel alle drei Winkel, von denen keiner kleiner als 24° sein darf, gemessen, damit aus der Summe derselben eines Theils eine untrügliche Probe für die Richtigkeit der Messung erlangt, andern Theils die durch die Excentricität des Instruments entstehenden Fehler berichtigt, und der sphärische Exceß (Ueberschuß) berücksichtigt werden können, so werden sie Dreiecke erster Ordnung genannt. Kommt in einem solchen Dreiecke in der Summe seiner drei Winkel ein Fehler von 3 oder mehr Sekunden vor, so kann es nicht passiren, sondern muß noch einmal gemessen werden. Findet sich dagegen ein kleiner Fehler, so corrigirt man jeden der Winkel mit dem dritten Theile der bemerkten Differenz. Ist indessen einer der Winkel unter ungünstigen Umständen, z. B. Undeutlichkeit im Visiren auf das Centrum des entfernten Richtobjectes, beobachtet worden, so theilt man diesem, als dem wahrscheinlich fehlerhaftesten, den größten Theil der Correction zu.

In den großen Triangeln der ersten Ordnung läßt sich durch kleinere Dreiecke die Lage einer großen Zahl der übrigen Richtobjecte bestimmen, indem zunächst wieder jede Seite eines Hauptdreiecks als Grundlinie für Dreiecke der zweiten Ordnung dient. Die letzteren haben im Allgemeinen den Zweck, neue, kürzere Grundlinien zu verschaffen, durch deren Hilfe man für die Detailaufnahme auf einem Flächenraum von etwa $1\frac{1}{2}$ □ Meile oder 6000000 □ Ruthen die Lage von mindestens 3 ausgezeichneten Richtobjecten mit Leichtigkeit bestimmen kann. In ihnen werden gleichfalls alle drei Winkel, von denen jedoch keiner unter 20° sein darf, gemessen, der sphärische Excess wird aber bei Seiten unter 6000° nicht mehr berechnet, und in der Summe der drei Winkel kann schon ein Fehler von 20″ im Maximo passiren. Dieser Fehler wird ebenso wie bei den Dreiecken erster Ordnung corrigirt. Ist auch im Allgemeinen die Seitenlänge der Dreiecke zweiter Ordnung von der der ersten Ordnung und davon abhängig, daß in ihnen keine Winkel unter 20° vorkommen dürfen, so wird sie doch am zweckmäßigsten unter 6000° sein. Sind indessen so kurze Linien nicht unmittelbar aus den Endpunkten der Seiten der Hauptdreiecke zu erzielen, so dürfen zwar mehrere, jedoch niemals mehr als 6 Dreiecke der zweiten Ordnung aneinandergereiht werden, weil sonst die erforderliche Genauigkeit durch die Fortpflanzung und allmälige Vergrößerung jener unbeachtet gelassenen Fehler verloren gehen würde.

Endlich dient wieder jede Seite eines Dreiecks der zweiten Ordnung noch kleineren Dreiecken der dritten Ordnung zur Basis. Diese Dreiecke pflanzen sich nicht fort, und sind lediglich zur Berechnung der Mehrzahl der Punkte für die Detailaufnahme bestimmt. In ihnen können Winkel bis zu 16° vorkommen und dürfen nicht alle drei Winkel gemessen werden. Der sphärische Excess wird natürlich nicht berechnet.

Bei allen diesen Winkelmessungen ist die höchste Genauigkeit die erste Bedingung. Der richtigste Kalkül in der Berechnung und alle anderen Vorsichtsmaßregeln können die Fehler nicht gut machen, welche aus falsch gemessenen Winkeln entspringen. Daher darf man sich auch nur der vollkommensten Winkelmesser, nämlich der Repetitions-Theodoliten, dazu bedienen, welche stets auf feste Unterlagen gestellt werden.

§. 248. Bevor die trigonometrische Netzlegung ausgeführt werden kann, muß die Gegend, über welche dieselbe sich erstrecken soll, sorgfältig recognoscirt werden, damit man

Recognoscirung, die der trigon. Netzlegung vorausgeht.

über ſie eine allgemeine Ueberſicht gewinnt, die künſtlichen und natürlichen Richtobjecte, deren man ſich bei der Triangulation bedienen kann, ſelbſt ihrer Geſtalt nach, kennen lernt, in Gegenden, in denen dergleichen mangeln, oder wo die vorhandenen ſo ungünſtig liegen, daß ſie keine Dreiecke von guter Geſtalt, d. h. von nahe gleichſeitiger, geben, auf Bergen, Hügeln, hochgelegenen Ebenen ꝛc. Signale erbauen, nöthigen Falls Durchſchläge durch Wälder machen laſſen, mit einem Worte, die Triangulation, die ein höchſt ſchwieriges Geſchäft iſt und viel Umſicht und Thätigkeit erfordert, planmäßig vorbereiten kann. Ohne eine ſolche Recognoscirung und planmäßige Vorbereitung, würde eine große Triangulirung durch Lokalumſtände häufig erſchwert und der gewichtigen Forderung, ein Triangelnetz von guten Verhältniſſen zu liefern, nicht genügt werden können. Aber durch Erbauung von Signalen, auf zweckmäßig ausgewählten hochgelegenen Punkten, hat es der zur trigonometriſchen Vermeſſung kommandirte Officier ganz in ſeiner Gewalt, über eine Provinz, oder ein ganzes Land hinweg, eine Reihe von großen, genügend viel Terrain einſchließenden und gut geſtalteten Dreiecken zu führen.

Die ſchicklichſten Punkte, vornehmlich für Hauptdreiecke, ſind dominirende Berge oder Hügel, auf denen man Signale erbaut, und mit Gallerieen, Plattformen oder Durchſichten verſehene Kirch-, Schloß- und Rathhausthürme, in deren Mitte man ſich aufſtellen kann. Iſt das Letztere nicht möglich, ſo müſſen die gemeſſenen Winkel centrirt oder auf das Centrum des Stationsortes durch Rechnung zurückgeführt werden, weil, wenn die Achſe des Inſtrumentes nicht genau im, ſondern ſeitwärts vom Scheitelpunkt des durch die Richtobjecte gebildeten Winkels ſteht, der gemeſſene Winkel größer oder kleiner als der zu meſſende wird. — Eine Reduction auf den Horizont iſt nicht nöthig, da der Theodolit nur Horizontalwinkel giebt.

Eintragung d. Netzes in die Gradabth. u. Section. nach ſeiner aſtron. Orientirung.

§. 249. Iſt in der vorbeſchriebenen Weiſe der zu vermeſſende Erdraum mit einem trigonometriſch berechneten Dreiecksnetz überzogen, ſo bedarf es, bevor daſſelbe in die Gradabtheilungen und Sectionen eingetragen und dieſer Cadres durch die Detailaufnahme ausgefüllt werden kann, noch beſonderer Vorſichtsmaßregeln, damit die Fehler des Auftragens ſich nicht fortpflanzen. Wollte man nämlich beim Auftragen, wie bei der Triangulation, Dreieck an Dreieck nach dem verjüngten Maßſtabe reihen, ſo würden ſich die Fehler, welche beim Auftragen eines oder mehrerer Dreiecke, bei der Unvollkommenheit

der Instrumente, und in dem kleinen Maßstabe, in dem diese Operation ausgeführt wird, nicht vermieden werden können, allen übrigen Dreiecken mittheilen, die Punkte des Netzes in eine mehr oder minder falsche Lage bringen und das Netz selbst verschieben. — Um dies zu vermeiden, und um zugleich das Dreiecksnetz zu orientiren oder ihm die Stellung zu geben, welche es auf der Erdoberfläche gegen die Pole einnimmt, werden von jedem trigonometrischen Punkte zwei Abstände, nämlich der von der Mittagslinie eines Hauptpunktes, den man deshalb Centralpunkt nennt, und der von dem im Centralpunkt darauf fallenden Perpendikel oder Parallelkreis, berechnet, und nach diesen Abständen wird ein jeder Punkt unabhängig von dem anderen aufgetragen. Hierbei kann nun wohl freilich ein Fehler in der Lage eines einzelnen Punktes vorkommen, aber von einer Fortpflanzung der Fehler durchaus nicht die Rede sein. —

Bevor indessen die wahre, astronomische Lage eines Punktes oder die des trigonometrischen Netzes auf der Erdoberfläche bestimmt werden kann, muß die astronomische Lage des Central- oder eines anderen Punktes, aus der die des ersteren herzuleiten ist, bekannt sein. Die astronomische Bestimmung der Breite eines Ortes ist zwar, wenn keine ungünstigen Umstände eintreten, in kurzer Zeit zu bewirken, allein die genaue Bestimmung der Länge desselben ist, wie bekannt, mit großen Schwierigkeiten verknüpft, und erfordert jahrelang fortgesetzte Beobachtungen, wenn sie Vertrauen erwecken soll. Daher läßt man sich während der Triangulation darauf nicht ein, sondern setzt das Dreiecksnetz mit einer Sternwarte in Verbindung, leitet von dieser zunächst die astronomische Lage der Hauptdreiecks-punkte her und berechnet danach wieder die der Dreiecke 2ter und 3ter Ordnung. Ist ein Netz auf diese Weise an eine geographisch-astronomische Ortsbestimmung geknüpft, so wird es ein geographisch-astronomisches Netz genannt. Da die Gradabtheilungen von Meridianen und Parallelkreisen voller Grade begrenzt und die Seiten der Sectionen in bestimmten Abständen mit jenen parallel laufen, so kann es nicht schwer fallen, die Abstände eines jeden trigonometrischen Punktes von der westlichen und südlichen Grenzlinie der Sectionen zu bestimmen und sie nach diesen Abständen in die Sectionen mittelst des verjüngten Maßstabes einzutragen. — Ist dies Geschäft durch diejenigen geschehen, welche mit der trigonometrischen Vermessung und mit den Vorarbeiten zur Detailaufnahme über-

haupt, beauftragt ſind, ſo wird dem Detailaufnehmer durch jene trigonometriſchen Punkte, von denen, wenn irgend möglich, nie weniger als 3 in einer Section liegen müſſen, nicht nur der Raum auf der Erdoberfläche genau beſtimmt, den die Section einnimmt, ſondern er kann auch, unbekümmert um die Kugelgeſtalt der Erde, an jene Punkte ſeine Vermeſſung knüpfen. Hat er den ganzen Raum innerhalb der Grenzlinien ſeiner Sectionen durch die Detailaufnahme ausgefüllt, ſo hat er ſeine Aufgabe gelöſ't; Alles, was darüber hinausfällt, gehört ſeinen Nachbarn oder den angrenzenden Sectionen an. —

Eine kleine Vermeſſung erfordert im Allgem. dieſelben Vorbereitungen, aber in der Regel nur ein geometriſch. Netz.

§. 250. Bei einer Vermeſſung, die ſich über einen kleineren Erdraum erſtreckt, und bei der nicht auf die Kugelgeſtalt der Erde Rückſicht genommen zu werden braucht, müſſen im Allgemeinen dieſelben Vorbereitungen, wie zu einer Landesvermeſſung, jedoch im kleineren Maßſtabe, angeordnet werden. Es iſt das Terrain zu rekognosciren, eine Standlinie zu meſſen, eine Triangulation auszuführen und das Netz zu orientiren; denn wollte man gleich damit beginnen, einzelne Terraintheile detaillirt aufzunehmen, ohne vorher die Lage der Haupt- und entfernteren Punkte zu einander zu beſtimmen, ſo würde, durch ein fortgeſetztes Aneinanderreihen einzelner aufgenommener Terraintheile, das ganze Bild, durch die dabei nicht zu vermeidenden Fehler, nothwendig verzerrt werden, und dies um ſo auffallender und für den Zweck der Arbeit um ſo nachtheiliger ſein, je größer die Ausdehnung des aufzunehmenden Terrains iſt. — Die Meſſung der Standlinie wird ſich indeſſen auf einem kleineren Terrain in der Regel nur auf eine Kettenmeſſung, die Triangulation auf eine geometriſche, bei der die Dreiecke durch geometriſche Conſtruction oder graphiſch auf dem Meßtiſche dargeſtellt werden, und die Orientirung auf die nach der magnetiſchen oder wahren Nordlinie (§. 193.) beſchränken.

Iſt das aufzunehmende Terrain von einem ſolchen Umfange, daß es einen größeren Raum einnimmt, als ein Meßtiſchblatt faſſen kann, ſo muß es nach ſeiner Größe in mehrere gleich große Blätter zerlegt, die Triangulation wo möglich mit guten Winkelmeſſern, z. B. mit Aſtrolabien, und mit Repetition der gemeſſenen Winkel ausgeführt, das Netz trigonometriſch berechnet und, wenn es irgend angeht, jeder beſtimmte Punkt nach ſeinem Abſtande von den Grenzlinien der Blätter aufgetragen werden; denn abgeſehen davon, daß durch eine trigonometriſche Berechnung die Entfernungen und Dreiecke ſich

ge-

genauer bestimmen lassen, als es mit dem Meßtische seiner Natur nach, bei der Unvollkommenheit der Zeichneninstrumente und der Unzuverlässigkeit der geometrischen Construction durch diese, möglich ist, so würden sich auch die Fehler, die bei der graphischen Darstellung der einzelnen Dreiecke niemals gänzlich vermieden werden können, bei der Aneinanderreihung ganzer Reihen solcher Dreiecke über viele Blätter hinweg, so vergrößern, daß die letzteren, von der Standlinie entferntesten Triangel, jeder Genauigkeit ermangelten. Nächstdem würde auch die Zusammensetzung mehrerer Meßtischblätter zu einem Dreiecksnetze mit großer Unbequemlichkeit verbunden sein, die Uebertragung der gefundenen Punkte, bei denen man bei der ferneren Arbeit ausgehen will, von einem Blatte auf das andere nie ohne Fehler geschehen können, und darin wieder ein neuer Grund zu Verschiebungen und Verzerrungen in der Aufnahme liegen.

Das Maximum, bis zu welchem man eine geometrische Netzlegung ausdehnen kann, dürfte daher höchstens ein Terrain sein, dessen Aufnahme bequem auf vier Meßtischblätter zu zeichnen ist, vorausgesetzt, daß eine hinreichend lange Standlinie in der Mitte des Terrains gemessen, und von dieser Basis aus sich eine annähernd gleiche, aber geringe, Anzahl großer Triangel bis zu seinen Grenzen an einander reihen läßt.

Beurtheilung der Instrumente z. geometrisch. Netzlegung.

§. 251. Zu geometrischen Netzlegungen bleibt der Meßtisch immer das bequemste Instrument, wie wir in der Folge noch näher sehen werden, weil man durch ihn das Netz unmittelbar auf der Bildfläche erhält, und die Richtigkeit der Triangulation sogleich auf dem Felde prüfen kann. — Der katoptrische Zirkel und der Reflector geben die gemessenen Winkel nur annähernd in ihrer Horizontalprojection und sind daher zu einer genauen Triangulation nicht zu empfehlen. Dagegen gewähren sie im Kriege, wo es an Zeit und Gelegenheit gebricht, den Meßtisch anzuwenden, zu flüchtigen Netzlegungen entschiedene Vortheile, da durch sie die gemessenen Winkel sogleich graphisch auf der Bildfläche dargestellt werden können. — Alle andern Winkelmesser sind unbequem, weil sie entweder ein Brouillon, worin man sich die ungefähre Lage der Stand- und Visirlinien, an letzteren die Namen der Richtobjecte, und zwischen Stand- und Visirlinien die Größe der gemessenen Winkel nach ihrer Gradzahl aufzeichnet, oder ein tabellarisches Journal oder Register nöthig machen, in das an Ort und Stelle für jeden Winkel die Namen des Stationsortes und der Richt-

objecte, die Umstände, unter welchen er beobachtet worden, wie die Elemente zu seiner Correction eingetragen werden, und weil sie nur gestatten, die gemessenen Winkel erst nach der Rückkehr von dem Felde mit Hilfe des Zirkels und Transporteurs auf die Bildfläche zu verzeichnen.

Der in diesem Abschnitt zu beobachtende Gang.

§. 252. Nachdem jetzt in vorstehenden §§. angedeutet ist, welche Vorarbeiten einer größeren militairischen Vermessung vorhergehen müssen, und wie eine kleinere zu beginnen ist, wenn genaue Pläne und Charten entstehen sollen, wollen wir den militairischen Aufnehmer, von seiner Ausrüstung zur Vermessung bis zur Vollendung derselben, durch alle Stadien seiner Arbeit hindurch begleiten, uns in seine Lage versetzen, und Schritt vor Schritt dem Gange folgen, den er einschlagen muß, um mit Sicherheit zum Ziele zu gelangen und eine gute Arbeit zu liefern.

## 1. Die Ausrüstung zur Vermessung.

Wichtigkeit einer zweckmäßigen Ausrüstung.

§. 253. So wichtig auch die Ausrüstung eines zu irgend einer militairisch-geodätischen Vermessung commandirten Officiers ist, weil davon großentheils der schnelle Fortgang seiner Arbeit und die Beseitigung so mancher zufälligen Hindernisse, die sich ihm in den Weg stellen können, abhängig ist, so wird dieselbe doch in der Mehrzahl der Werke, die über das militairische Aufnehmen handeln, gänzlich außer Acht gelassen, und nur in einigen wenigen oberflächlich berührt. — Soll aber der zur Vermessung commandirte Officier rasch, im Gefühle der Sicherheit einer zweckmäßigen Ausrüstung, mit einem Worte, ohne Sorge und con amore arbeiten, so muß er im vollständigen Besitz aller der Geräthschaften und Mittel sein, welche sein Geschäft fördern können und ihn unabhängig von jeder Zufälligkeit machen. Wer noch nicht an einer größeren Vermessung, entfernt von seinem Garnisonorte, gearbeitet, nur hier und dort zu seiner Uebung einzelne Terrainstrecken aufgenommen hat, kann die Materialien und Geräthschaften, die er zu einer größeren Arbeit dieser Art bedarf, nicht genau kennen; er muß daher jedenfalls vor dem Beginn derselben darauf aufmerksam gemacht werden, wenn er nicht in die üble Lage kommen soll, im Gedränge von Unannehmlichkeiten und durch traurige, zeitraubende Erfahrungen, die seine Arbeit vielleicht gar unterbrechen, dann belehrt zu werden, wenn ihm die Mittel fehlen, das in seiner Ausrüstung Versäumte nachzuholen oder herbeizuschaffen.

§. 254. Jedem zu einer topographischen Vermessung commandirten Officier wird auf dem Versammlungsorte, von welchem er nach dem ihm zur Vermessung übertragenen Terrain abgeht, übergeben: Welche Instrumente u. Gegenstände dem Aufnehmer geliefert werden.

1) ein vollständiger Meßtischapparat, bestehend aus:
   1 Stativ nebst Kopf, mit Schraube ohne Ende. Der Kopf oder Aufsatz befindet sich in der Regel in einem verschlossenen Kasten, oder ist er unabnehmbar mit dem Stativ verbunden, so ist er durch eine lederne Haube gegen Staub gesichert.
   1 Meßtischblatt in einer lebernen Tasche mit Tragriemen, an welcher noch zwei kleinere Taschen und ganz unten eine längere schmale Tasche sich befinden, die eine für die Orientirbousssole und Libelle, die andere für den Stativaufsatz, und die dritte für das Diopterlineal. Außerdem wird noch für das Meßtischblatt ein mit weißer Leinwand gefütterter Ueberzug von Wachstaffet geliefert, um damit die Tablette sogleich bedecken zu können, wenn plötzlich ein Regenschauer sich ergießen sollte, und dieselbe zu überziehen, ehe sie in die Ledertasche gesteckt wird.
   1 Lehmannsches Diopterlineal mit Schieber und Fadenkreuz, oder eine Kippregel in einem Futteral oder Etui. Wer kein scharfes Gesicht hat, bemühe sich, in Besitz einer Kippregel zu kommen; sie wird ihm fast unentbehrlich, — jedenfalls die Arbeit sehr erleichtern.
   1 bosenförmige Wasserwage, in der Regel gleichfalls in einem Etui oder in einem ledernen Täschchen, und
   1 Orientirbousssole in einem Etui.
2) für jede Section, welche er aufnehmen soll, einen Bogen englisches Zeichnenpapier, und endlich, wenn eine trigonometrische Netzlegung vorangegangen ist,
3) für jede Section entweder ein sogenanntes Netzblatt, auf welchem nicht nur die Seiten der Section und die in dieselbe fallenden trigonometrischen Punkte durch feine, mit einem Kreise umzogene, Nadelstiche bezeichnet, sondern auch noch, der bequemeren Uebersicht wegen, mit der westlichen und südlichen Grenze der Section parallel und in Abständen von 500 zu 500 Ruthen, Linien gezogen sind, welche die Section quadriren. Oder statt des Netzblattes die Längen der Begrenzungslinien der Section und die senkrechten Abstände der für dieselbe berechneten trigonometrischen Punkte von der westlichen und südlichen Begrenzungslinie in Ruthen ausgedrückt.

Der Detailaufnehm. hat selbstz. sorgen:

Der Detailaufnehmer hat aber selbst zu sorgen:

A. An Instrumenten.

A. An Instrumenten

1. für ein Reißzeug.

§. 255. zunächst für ein vollständiges Reißzeug, welches bestehen muß:

a) aus 3 oder 4 Handzirkeln von verschiedener Größe, von denen einer oder zwei mit Reißfeder- und Bleistifteinsätzen mit Kniee'n und einer Verlängerungsstange mit Knie versehen sind, und ein dritter durch eine Oeffnung in seinem Kopfe, oder durch eine daran befestigte Oese, so eingerichtet ist, daß er mit einer Schnur verbunden werden kann, wenn er zur Feldarbeit benutzt wird. Bindet man den zur Feldarbeit bestimmten Zirkel nicht fest, so kommt man häufig, wenn man durch Gebüsch und Gestrüpp gehen, über Gräben und Zäune ꝛc. springen muß, in die Gefahr, ihn zu verlieren. Die Spitzen der Zirkelfüße müssen aus gutem Stahl verfertigt, zur Vermeidung des Federns nicht zu schwach sein und, wenn die Schenkel geschlossen sind, genau in einem Punkt zusammentreffen. Endlich müssen die Schenkel vermittelst der Kopfschraube und eines Schraubenschlüssels fest und lose gestellt werden können;

b) wo möglich aus einem dreifüßigen Zirkel zum Abtragen dreier Punkte, die ein Dreieck bilden. Da er ein ungenaues Instrument ist, und nur dort gebraucht werden kann, wo es nicht auf große Genauigkeit ankommt, so kann er in vielen Fällen entbehrt werden;

c) aus zwei feinen stählernen und einer messingenen Reißfeder, die letztere zum Ziehen karminrother Linien, weil diese Farbe ihre Frische verliert, wenn sie mit Stahlreißfedern aufgetragen wird. — Die Schrauben der stählernen Reißfedern dürfen keine Klemmschrauben sein, mithin nicht durch die beiden Blätter oder Balken der Reißfeder hindurchgehen und die letzteren näher zusammendrücken, wenn man feine Linien ziehen will, sondern sie müssen vielmehr Spann- oder Druckschrauben sein, welche die elastischen Balken, die nach innen zu federn oder den Hang haben, sich mit ihren Spitzen zu berühren, aus einander treiben, wenn man stärkere Linien ziehen will, daher im Muttergewinde des einen Reißfederbalkens sich um ihre Achse bewegen, während ihr äußerstes Ende sich gegen den anderen Balken stemmt und den-

selben von dem ersteren entfernt, wenn man die Schraube mehr anzieht. Mit den mit Klemmschrauben versehenen Reißfedern kann man keine starken Linien von gleicher Breite ziehen; denn indem man die Reißfeder hart längs der Schärfe des Lineals fortbewegt, um die zu ziehende Linie so nahe wie möglich in die Vertikalebene derselben zu bringen, drücken sich in der Regel die Balken zusammen, und verursachen dadurch eine ungleichmäßige Breite der Linie. Die messingene Reißfeder, deren Balken nicht die dauernde Federkraft der stählernen besitzen, muß dagegen nach außen federn und eine Klemmschraube haben, weil sonst ihre Spitzen bald permanent entfernt von einander stehen und nicht gestatten würden, feine Linien zu ziehen. Da man mit ihnen fast nur Linien der letztern Art herstellen will, so kann der mit einer Klemmschraube verbundene, obenerwähnte, Nachtheil bei ihnen nicht so merklich hervortreten, daß er einen ungünstigen Einfluß auf das Aussehen der Zeichnung ausübte. — Die Spitzen der Reißfederbalken müssen gleichfalls genau in einem Punkt zusammentreffen, zwar scharf, aber nicht so scharf sein, daß sie das Papier aufreißen oder zerschneiden;

d) aus einem guten Transporteur, dessen durch eine Theilmaschine bewirkte Theilung jedenfalls halbe, wo möglich auch viertel Grade angeben, sehr genau und mit einer doppelten Ablesung versehen sein muß, und dessen Mittelpunkt auf irgend eine Weise scharf bestimmt ist. Das Lineal des Transporteurs kann mit einem kleinen 10theiligen Zoll-Maßstabe versehen sein;

e) aus einem kleinen Triangel und einem Lineal. Beide können aus Elfenbein, Eben-, Linden-, Rüstern-, Birnbaum-, Mahagoni- oder Buchsbaumholz hergestellt sein. Lineal und Dreieck müssen gleiche Dicke haben, wenn sie gemeinschaftlich gebraucht werden sollen; dürfen weder geglättet noch polirt sein, weil sie sich dann zu leicht verschieben, und weder zu stark noch zu dünn. Zu stark sind sie zum Ziehen von Linien unbequem; zu dünn, werfen sie sich leicht. Die Genauigkeit Beider ist eine große Hauptsache, daher muß der Triangel, wie es oben in der Note zu §. 18. angegeben ist, vor dem Gebrauche genau geprüft werden. Ob das Lineal vollkommen gerade ist, untersucht man am besten, wenn man dasselbe mit seiner Schärfe oder Kante auf ein ebnes Reißbrett oder auf ein

Meßtischblatt vertikal stellt und sieht, ob jene Linie überall genau anschließt. Ist das Lineal zum Gebrauche auf dem Felde bestimmt, so muß es auf dem einen Ende mit einem Loche versehen sein, um dadurch eine Schnur ziehen, und es befestigen zu können, damit es nicht etwa verloren geht. Der Bequemlichkeit wegen kann auch ein Transversal-Schrittmaßstab (§. 367.) darauf fein eingerissen werden.

2. ein eisernes oder hölzernes großes Lineal u. einen eben solchen großen Triangel.

§. 256. Mit einem kleinen Lineal und Triangel reicht der Detailaufnehmer nicht aus. Er muß daher mit einem etwa 2′ langen, wo möglich eisernen, Lineal und einem dazu gehörigen verhältnißmäßigen Triangel, von eben diesem Metall, versehen sein. Beide gebraucht er sowohl zum Auftragen der Grenz- und Quadratlinien seiner Section, als auch der trigonometrischen Punkte und, wenn er in Gegenden arbeitet, wo ökonomische Vermessungen vorhanden sind, zur Herstellung eines Quadratnetzes zum Copiren derselben. Ein hölzernes Lineal ist in der Regel ungenau, dem Werfen und Ziehen ausgesetzt, daher wenig zuverlässig. Auch bekommt es, so sehr man dasselbe auch dagegen schützen mag, doch sehr leicht Scharten oder Eindrücke in seine Schärfe. Wenn die Vermessung vollendet ist und das Papier mit einem scharfen Messer vom Meßtischblatte losgeschnitten werden soll, ist dazu ein hölzernes Lineal nicht zu gebrauchen, weil man stets Gefahr läuft, in die Schärfe desselben zu schneiden und das Lineal gänzlich zu verderben.

3. einen Stangenzirkel.

§. 257. Ein Stangenzirkel ist zwar nicht unumgänglich nothwendig, allein er gewährt große Vortheile, wenn es sich darum handelt, lange Linien sehr genau abzunehmen, oder mehrere Punkte mit möglichster Schärfe aufzutragen, und eine Linie sorgsam zu theilen. Er besteht aus einer messingenen oder stählernen vierkantigen Stange, AB, Fig. 151, von etwa $\frac{1}{6}$″ Dicke, $\frac{1}{4}$″ Breite und 15—20″ Länge, an deren einem Ende sich eine senkrecht zu ihr stehende Zirkelspitze, AC, von 1 bis höchstens 2″ Länge befindet, und an deren anderem Ende sich vermittelst eines Ueberwurfes, DE, der die Stange fest umschließt, eine zweite eben so lange Zirkelspitze, EF, hin und her bewegen läßt. Eine dieser Spitzen ist gewöhnlich zum Herausnehmen eingerichtet, damit man statt ihrer eine Bleistifthülse oder eine Reißfeder, wenn es erfordert wird, einsetzen kann. Der Ueberwurf der beweglichen Zirkelspitze, DE, ist bei den besseren, aber auch kostbareren, Stangenzirkeln mit einer Mikrometer-Schraube, GH, in Verbindung ge-

bracht, die ein sehr feines, ein sogenanntes Haargewinde, hat, in dem Zapfen, I, eines gleichfalls beweglichen Ueberwurfes, IK, so befestigt ist, daß sie sich um ihre Achse drehen kann, in eine Schraubenmutter, L, am Ueberwurf der beweglichen Zirkelspitze, eingreift und der letzteren eine feine Bewegung mittheilt. Will man die bewegliche Spitze haarscharf einrichten, so läßt man die Schraube M nach, bewegt die Zirkelspitze so weit, bis sie den Punkt, auf dem sie stehen soll, so genau erreicht hat, als es mit der freien Hand zu bewerkstelligen ist, zieht sodann die Schraube M wieder an, damit der Ueberwurf, K, eine feste Stellung erhält, und bewegt die Mikrometer-Schraube, GH, darauf so lange, bis die bewegliche Spitze des Zirkels genau die richtige Stellung erhalten hat. Auch befindet sich zuweilen auf der Stange ein 10theiliger Zollmaßstab, und zwar so eingravirt, daß, wenn beide Zirkelspitzen in einem Punkt zusammentreffen, der Zeiger oder Index x genau auf den Nullpunkt zeigt. Bewegt man den Index bis zu irgend einem Theilstriche des Maßstabes und richtet ihn hier vermittelst der Mikrometer-Schraube vollkommen in die Verlängerung jenes Theilstriches ein, so haben die beiden Zirkelspitzen genau dieselbe Entfernung von einander, die der Index am Maßstabe anzeigt. Damit man endlich möglichst kleine Maße abnehmen kann, steht mit dem Index ein Nonius, XO, in Verbindung. — Ein auf diese Weise eingerichteter Stangenzirkel ist ganz besonders geeignet zum Messen und Auftragen der langen Linien, die man mit dem gewöhnlichen Handzirkel, der schiefen Stellung der Zirkelspitzen gegen das Papier wegen, nicht mit Genauigkeit messen und abtragen kann.

4. einen Halbirungs- und einen Reductionszirkel.

§. 258. Ein Halbirungs- und ein Reductionszirkel können zwar entbehrt werden, allein die großen Vortheile, welche beide Instrumente gewähren, machen ihren Besitz für einen zu einer militairisch-geodätischen Vermessung commandirten Officier dennoch sehr wünschenswerth. — Der Halbirungszirkel erleichtert die Theilung einer Linie in gleiche Theile, der Reductionszirkel die Theilung einer Linie und das Copiren von Plänen ungemein. Will man nämlich beim Abzeichnen von ökonomischen und Forstcharten oder anderen detaillirten Aufnahmen die möglichste Genauigkeit beobachten und jede Weite abgreifen, so kann dies nur mit dem Handzirkel dadurch geschehen, daß dieselbe erst aus dem Maßstabe des Originals, mit Hilfe der beiden verjüngten Maßstäbe, in den der Copie übertragen wird, bevor sie auf der Bildfläche der letzteren ab-

geſetzt werden kann, wodurch natürlich viel Zeit verloren geht. Iſt man dagegen im Beſitz eines Reductionszirkels, hat man das Größenverhältniß, in dem beide Pläne zu einander ſtehen, ermittelt, und das Inſtrument danach geſtellt, ſo kann unmittelbar das Maß, welches mit den beiden längeren Zirkelſpitzen abgegriffen iſt, mit den beiden kürzeren auf die Bildfläche der Copie übertragen werden.

Der Halbirungszirkel iſt wie der gewöhnliche Handzirkel geformt, nur ſind ſeine beiden Schenkel um ihre halbe Länge über den Kopf hinaus fortgeführt, ſo daß beim Oeffnen des Zirkels die Spitzen der kürzeren Schenkel halb ſo weit aus einander ſtehen, als die der längeren Schenkel, wodurch eine Halbirung jeder Linie ſchnell und leicht bewirkt wird.

Der Reductions-, Verjüngungs- oder Proportional-Zirkel, Fig. 152, beſteht aus zwei gleich großen Rahmen, a b c d und b c f e, aus getriebenem Meſſing gearbeitet, von etwa $\frac{1}{2}$″ Breite, $\frac{1}{8}$″ Dicke und 3″ Länge. Der von den Rahmen umſchloſſene offene Raum, o n v x, beginnt etwa $\frac{1}{8}$″ vom obern Ende, an dem ſich zwei etwa gleichfalls $\frac{1}{8}$″ lange ſtählerne Zirkelſpitzen, a b h und b e h, befinden, und hört etwa $\frac{1}{2}$″ vom untern Ende auf, das gleichfalls mit zwei etwa 2″ langen Zirkelſpitzen, c d g und c f g, verſehen iſt. Legt man beide Rahmen genau über einander, ſo müſſen ſie ſich vollſtändig decken, und die langen wie die kurzen Zirkelſpitzen genau in einem Punkt zuſammentreffen. In die innere Oeffnung eines jeden Rahmen iſt ein etwa $\frac{1}{2}$″ langer, vierſeitig-prismatiſcher Kloben, r s, von Meſſing genau eingepaßt. Beide Kloben ſind in ihrer Mitte ſo durchbohrt, daß eine hineingeſteckte ſtählerne Schraube mit großem Kopf, A, ſenkrecht zur Fläche der Rahmen und Zirkelfüße ſteht. So weit dieſe Schraube durch die beiden prismatiſchen Kloben geht, hat ſie kein Gewinde, ſondern erſt von dort an, wo ſie aus denſelben hervortritt. Auf ihr Gewinde paßt eine meſſingene Mutterſchraube mit großem Kopf, B, und zwiſchen dieſem und dem unterſten Rahmen liegt ein ſcheibenförmiger ſtählerner Vorreiber von faſt gleichem Durchmeſſer mit der Rahmenbreite. Dieſe Schraube mit ihrer Mutter dient zur Verbindung beider Rahmen und zum Drehpunkt für beide Schenkel, wenn ſie geöffnet oder geſchloſſen werden. Auf dem feſten Kopf, A, dieſer Schraube erhebt ſich ſenkrecht ein ſtählerner Zapfen, C, von etwa $\frac{1}{4}$″ Länge, der in der Richtung ſeiner Achſe ein Muttergewinde hat. Auf dieſem Zapfen ruht ein ſtählerner Rahmen,

m n, von etwas geringerer Länge und Breite als der Meſſingrahmen der Zirkelſchenkel, und wird durch eine in das Muttergewinde des Zapfens eingreifende ſtählerne Klemmſchraube, D, mit einem meſſingenen ſcheibenförmigen Kopf feſtgehalten. An einem Ende, n, des ſtählernen Rahmen befindet ſich, genau in der Längenrichtung und der Mittellinie deſſelben, eine ſtählerne Schraube, n p, mit feinem Haargewinde. Sie geht durch eine Schraubenmutter, E, welche in den Kopf, F, einer zapfenförmigen Erhöhung eingelaſſen iſt, die auf dem unteren Ende des obern Meſſingrahmen ſteht, und giebt dem ſtählernen Rahmen eine parallele Lage mit jenem Rahmen. Je nachdem man dieſe Mutterſchraube, E, mehr oder weniger anzieht oder nachläßt, werden mittelſt des ſtählernen Rahmen und des Zapfens, auf dem er durch die Klemmſchraube, D, feſtgeſchroben iſt, die prismatiſchen Kloben, r s, und mit dieſen der Drehpunkt der Zirkelfüße, verrückt. — Um endlich den letzteren eine ſolche Länge zu geben, daß die Entfernung der geöffneten kurzen Zirkelſpitzen von einander in einem verlangten Verhältniß zur Entfernung der geöffneten langen Zirkelſpitzen von einander ſteht, ſind auf der obern Fläche des obern Meſſingrahmen Theilſtriche angebracht und mit $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$ u. ſ. w. bezeichnet, wie auf dem obern Kloben eine feine quer hinüber gehende Linie. Bringt man dieſe Linie in die Verlängerung eines jener Theilſtriche, ſo hat der Drehpunkt die richtige Stellung erhalten. Soll z. B. die Entfernung der langen Zirkelſpitzen von einander 3mal ſo groß ſein, als die der kurzen, ſo ſtellt man den Strich auf dem Kloben in die Verlängerung des Theilſtriches, der mit $\frac{1}{3}$ bezeichnet iſt, oder ſoll die Entfernung der kurzen Zirkelſpitzen $\frac{1}{7}$ der langen von einander ſein, ſo ſtellt man den Strich des Kloben in die Verlängerung des mit $\frac{1}{7}$ bezeichneten Theilſtriches. — Das Einrichten beider feinen Linien geſchieht, indem man zunächſt den Zirkel ſchließt, die in den ſtählernen Zapfen, C, eingreifende Klemmſchraube, D, und die Schraubenmutter, B, ein wenig öffnet, den Zapfen, C, und durch ihn die prismatiſchen Kloben, ſo lange fortſchiebt, bis der Strich auf dem oberſten derſelben, ſo gut wie es mit der freien Hand zu erreichen, in die Verlängerung des Theilſtriches geſtellt iſt. Dann zieht man die Klemmſchraube, D, wieder feſt, verbindet dadurch den Zapfen mit dem ſtählernen Rahmen und bewegt die mit der feinen Schraube, n p, befindliche Mutter, E, ſo lange, bis der Strich des Kloben haarſcharf in der Verlängerung des bezeichneten Theilſtriches ſteht; endlich

zieht man die Klemmschraube, B, fest an, damit der Drehpunkt sich nicht wieder verrücken könne und die Zirkelschenkel die ihnen gegebene Oeffnung behalten oder die kurzen zu den langen Schenkeln in dem verlangten Verhältnisse stehen. Damit nun aber bei der Bewegung der prismatischen Kloben diese gleichmäßig in beiden Rahmen oder Zirkeltheilen fortrücken, die letzteren nicht aus ihrer Deckung kommen, und die gleichen Zirkelspitzen in einem Punkt vereinigt bleiben, steht auf der einen, äußeren, Seite des unteren Messingrahmen ein kleiner Zapfen, z, der in einen genau eben so großen Einschnitt des andern Rahmen eingreift. Endlich ist, um den Zirkel besser öffnen zu können, an einem Fuß desselben ein Kloben mit einem Zapfen, G, zum Anfassen, angebracht. Dieser Zapfen hat oben in der Richtung seiner Achse ein Muttergewinde, in welches die Klemmschraube, D, paßt, und dient zugleich dazu, den geöffneten langen Zirkelspitzen auf das genaueste eine verlangte Entfernung von einander zu geben und, wenn der Zirkel gestellt ist, die Zirkelspitzen unverrückbar in diesem Abstande von einander zu erhalten. Hat man die langen Zirkelspitzen, so genau es angeht, aus freier Hand auf ein Längenmaß eingerichtet, so schraubt man die Klemmschraube, D, aus dem stählernen Zapfen, C, legt den stählernen Rahmen auf den Zapfen G, weshalb sich der Zapfen F um seine vertikale Achse drehen muß, befestigt den Rahmen vermittelst der Schraube D auf dem Zapfen G, und bewegt nun die Mutterschraube, E, so lange, bis die Zirkelspitzen haarscharf auf den Theilstrichen des Maßstabes oder in den Punkten stehen, deren Entfernung von einander verjüngt abgetragen werden soll. — Will man eine irrationale Verjüngung der in die langen Zirkelspitzen genommenen Maße erzielen, so kann durch die Wirksamkeit der Schraube, E, die Umdrehungsachse um ein Unmerkliches verschoben, und dadurch ein jedes Verhältniß auf eine so genaue Weise durch Annäherung hervorgebracht werden, daß der dabei begangene Fehler fast für Nichts zu rechnen ist. — Neuerlich ist das Instrument durch 3 andere Eintheilungen, die eine für den Kreis, die zweite für das Quadrat, die dritte für den Körper, dahin vervollkommnet worden, daß man Kreisflächen, Quadrate und Körper ihrem Inhalte nach in beliebig viel gleiche Theile zerlegen kann, je nachdem man den Theilstrich auf dem Kloben auf eine oder die andere der vorgeschriebenen Eintheilungen stellt. — So große Bequemlichkeit dies Instrument auch gewährt, so kann doch nicht geleugnet werden, daß es sehr wan-

delbar ist. Ein unglücklicher Fall auf die Erde, ein unvorsichtiger Stoß ꝛc. sind hinreichend, dasselbe fast gänzlich zu verderben.

§. 259. Ein genauer messingener Transversalmaßstab von der Beschaffenheit, wie wir ihn oben in §. 24. u. 25. angegeben haben, ist für jeden Topographen ein höchst brauchbares Instrument, aber unumgänglich nothwendig, wenn die Größe der Sectionen nicht in Netzblättern, sondern wie die Abstände der trigonometrischen Punkte von der westlichen und südlichen Grenzlinie, nach ihrer Ruthenzahl, gegeben werden. Fertigt sich der zur Vermessung commandirte Officier selbst auch noch so genau einen Transversalmaßstab entweder auf Holz oder Papier an, so kann er ihm doch niemals die Schärfe und Genauigkeit geben, die erforderlich ist, um jene Maße abzutragen, und die der Mechanikus mit seinen genauen Theilungsinstrumenten und Maschinen leicht bewirken kann. Die abgetragenen Längen der Sectionsgrenzen werden daher, selbst wenn ein Stangenzirkel dazu benutzt wird, stets ungenau sein, und eben so wird es sich mit der aufgetragenen Lage der trigonometrischen Punkte verhalten. Aus der Unrichtigkeit beider, besonders der letzteren, muß aber nothwendig eine ganze Reihe von Fehlern entstehen, welche der Arbeit ihren Werth nimmt. Nächstdem erleichtert ein genauer messingener Transversalmaßstab mit 12theiligem Rheinländischen und Pariser Maße jede Reduction in verschiedenen Maßstäben angefertigter Pläne und Charten, die sich dem Aufnehmer zur Benutzung darbieten können, in das verjüngte Maß der Vermessung. s. einen messing. Transversalmaßst.

§. 260. Eine Croquirtafel oder Campagne Mensel mit Orientirbouſſole ist einem jeden Aufnehmer sehr zu empfehlen, weil man mit Hilfe derselben alles das, was, wie wir im Verfolg dieser Blätter sehen werden, croquirt werden muß, leicht und schnell in einem ähnlichen Bilde darstellen kann. Die Croquirplanchette, Fig. 153 u. 154, ist ein kleines, in der Hand haltbares, Reißbrett mit Orientirbouſſole, 6″ breit, 8″ lang, und besteht aus zwei Theilen, ABCD und BCFE, die durch Scharniere, B und C, mit einander verbunden sind, und sich daher zusammenklappen lassen. Sind sie aufgeklappt, so bildet die Oberfläche beider Theile eine vollkommene Ebene. Jeder dieser Theile ist aus 3 Holztafeln, deren Fasern sich kreuzen, zusammengeleimt. Die obere und untere Tafel bestehn aus gutem trockenen Linden- oder Birnbaumholz, die mittlere aus eben solchem Eichenholz. Um das Zeichnenpapier auf der Cro- s. eine Croquirtafel.

quirtafel, ohne daſſelbe ankleben zu dürfen, befeſtigen zu können, iſt letztere auf ihrer Oberfläche mit einem $\frac{1}{2}$″ breiten Rand, a b c d, von Schweinsleder oder Pergament umgeben, der in der Ecke eines jeden Theiles der Tafel durch eine Reißpinne (Reißſtift) befeſtigt wird. Unter dieſen Rand, auf dem zugleich die gebräuchlichſten Maßſtäbe für militairiſche Aufnahmen zu $\frac{1}{12500}$, $\frac{1}{25000}$, $\frac{1}{50000}$ und auch wohl zu $\frac{1}{100000}$ gezeichnet ſind, wird das Zeichnenpapier geſchoben und durch eine über die Mitte jedes Theils der Tafel geſpannte Darmſaite, e f, gegen das Abheben durch den Wind geſichert. — Die flache Orientirbouſſole, G, iſt um ihren Schenkel, r, beweglich, welcher ſich um einen mit einem Schraubengewinde verſehenen Zapfen dreht, der unterhalb durch die ſcheibenförmige Mutterſchraube, w, feſtgehalten wird. Sie kann in eine Oeffnung, o v, zwiſchen der oberen und unteren Tafel des Reißbretts hineingeſchoben, darin gegen jeden Schaden beim Transporte der Tafel geſichert, beim Gebrauche der letzteren herausgedreht, und an derſelben durch ihren Schenkel, s t, der in ein für ihn beſtimmtes Loch, u u, geſteckt wird, ſo befeſtigt werden, daß ihre Seite, r s, unmittelbar an die Croquirtafel anſchließt, und daß die magnetiſche Nordlinie in der Richtung der Fuge, BC, und parallel mit den Kanten, AD und EF, des Reißbrettes läuft. Auf der untern Fläche des letzteren, Fig. 154, befinden ſich auf der Mitte jeder Hälfte 2 meſſingene Kloben, i k und l m, welche vermittelſt kleiner Schrauben befeſtigt und an einem Ende, i l, einander näher ſind, als am andern, k m. Zwiſchen dieſe Kloben wird die meſſingene Platte, p q, des hölzernen Handgriffes, H, geſteckt, an dem die Croquirtafel während der Arbeit gehalten wird und durch den die beiden aufgeklappten Hälften der Tafel, zu einem Blatte vereinigt, eine feſte Lage erhalten. Damit die Platte des Handgriffs, bei einer raſchen Bewegung, ſich nicht etwa aus den Kloben herausſchieben könne, iſt in die untere Fläche des Blattes eine Druckfeder, n, eingelaſſen, welche ſich gegen jene Platte ſtemmt. Endlich iſt das Brett unten zum Ueberfluſſe noch mit zwei ledernen, mittelſt kleiner Nägel befeſtigten, Riemen, g h, verſehen, durch die man beim Gebrauche des Inſtrumentes zu größerer Sicherheit die Hand ſtecken kann. Sie haben alſo mit der Druckfeder, n, ein und denſelben Zweck. Klappt man die Croquirtafel zum Transport zuſammen, ſo wird der Haken, y, auf den, gleichfalls mit einem kleinen Haken verſehenen, Stift, x, ge-

schoben, damit beide Theile sich auf einander nicht reiben können und die Tafel beim längeren Nichtgebrauch mehr gegen das Werfen geschützt ist; sodann wird die Tafel in eine lederne, mit Tragriemen versehene, Tasche gesteckt, an der sich noch ein Behältniß für den Handgriff, der von der Platte, q p, losgeschroben werden kann, befindet. — Daß die Bousole eine Gradeintheilung haben und mit einer Vorrichtung zum Arretiren versehen sein muß, darf wohl kaum erst erwähnt werden. —

Wer nicht die Kosten daran wenden will, sich eine Croquirplanchette wie die vorbeschriebene anzuschaffen, kann sich auch statt ihrer eines kleinen dünnen Reißbretts, wie es jeder Tischler anfertigt, von gutem trockenen Lindenholz, bedienen, das unten mit einem Handgriff versehen und so eingerichtet ist, daß die Orientirbousole des Meßtisches darangeschroben werden kann. Das Zeichnenpapier muß dann entweder wie gewöhnlich darauf geklebt, oder mit Reißpinnen befestigt werden. — Im äußersten Nothfall muß eine Schreibtafel mit großen Pergamentblättern aushelfen.

7. ein Instrument z. Messen der Böschungswinkel.

§. 261. Das Messen der Böschungswinkel mit dem Lehmannschen Diopterlineal ist mit der großen Unbequemlichkeit verbunden, daß dort, wo die Messung vor sich gehen soll, stets der Meßtisch aufgestellt, das Objectivdiopter dem Oculardiopter näher gerückt und auf der Höhe oder am Ende des zu messenden Abhanges ein Stab senkrecht errichtet werden muß, der aus der Erde so weit emporragt, als das Ocularloch, durch welches visirt wird, von derselben entfernt ist. Es ist daher viel zweckmäßiger, sich zur Bestimmung des Böschungswinkels eines Quadranten (§. 225.) zu bedienen, welcher selbst vor dem um Vieles kostbareren Schmalkalderschen Höhenmesser (§. 223. und 224.) manche Vortheile hat. Ein Quadrant wird aber nicht geliefert; es muß sich also der Detailaufnehmer einen solchen entweder kaufen, oder im Nothfall aus Pappe, welche mit Zeichnenpapier überklebt ist, anfertigen. Ein Quadrant von Pappe steht jedoch einem aus Holz oder Messing verfertigten um Vieles nach. — Die Böschungswinkel nach dem Augenmaße zu schätzen, ist nicht rathsam, weil man sie, besonders bei langen Abfällen, vor denen man steht, gewöhnlich überschätzt, d. h. zu steil taxirt (§. 374.).

8. Stationsnadeln, Pincette u. Reißpinnen.

§. 262. Ein paar Hundert feine Stationsnadeln, eine feine Kneifzange oder Pincette, um die Stifte der abgebrochenen Stationsnadeln wieder aus der Tablette zu ziehen, und etwa ein Dutzend Reißpinnen oder Reißstifte, um

die zum Copiren erhaltenen ökonomischen Pläne und Charten, welche in der Regel zusammengerollt aufbewahrt werden, eben auszuspannen, sind bei der Ausrüstung eines zur Vermessung commandirten Officiers unerläßlich. Höchst unangenehm ist es, wenn mitten in der Vermessung, vielleicht im besten Fortgange derselben, Mangel an Stationsnadeln eintritt. Sie brechen oft wie Glas fort, namentlich wenn man mit einem schweren Diopterlineal oder einer Kippregel bei feuchtem Wetter arbeitet, und das messingene Lineal jenes Instrumentes auf der Bildfläche sich nicht leicht verschieben oder bewegen läßt, und mithin sich zu sehr gegen die Nadel stemmt. Daher kann man nie zu viel, wohl aber zu wenig Stationsnadeln haben. Werden die Nähnadeln, welche man zu ihnen gebrauchen will, nicht gleich mit einem Siegellackkopf, sondern nur allmälig, wenn man ihrer bedarf, versehen, so nehmen sie fast gar keinen Raum ein, und ihre Anschaffung ist bei der großen Wohlfeilheit der Nadeln gar kein Object. Die Nadeln durch das Glühen gegen das Abbrechen zu schützen, ist nicht rathsam, weil sie sich dann gar leicht biegen. In den kleinen Provinzialstädten sind so feine Nadeln, wie man bedarf, nicht zu bekommen; es ist daher sehr schwierig, sie herbeizuschaffen, wenn man nicht zufällig in einer großen Stadt einen Bekannten hat, den man mit ihrem Ankauf beauftragen könnte, oder eine Handlung kennt, die sie führt. — Aber noch fast unangenehmer ist es, wenn in einem trigonometrischen oder andern Punkt, den man viel gebrauchen will oder muß, eine Stationsnadel abbricht und deren Stift stecken bleibt. Hat man keine Pincette und kann man den Stift nicht mit den Nägeln der Hand fassen, so muß versucht werden, denselben mit dem Reste der Nadel tiefer in das Tischblatt hineinzutreiben. Das geht aber oft nicht an, der Rest der Nadel gleitet vielleicht vom Stifte ab, und macht daneben ein Loch, die neu eingesteckte Nadel folgt der Richtung des letzteren, steht mithin nicht senkrecht, der Punkt, um den sich das Diopterlineal dreht, wird ein anderer, und die Genauigkeit der Arbeit ist durch die Excentricität der Drehung des Instrumentes dahin. Ist man aber mit einer Pincette ausgerüstet, so wird man nur höchst selten in die unangenehme Lage kommen, einen Nadelstift stecken lassen zu müssen, weil die scharfe und feine Zange der Pincette den Nadelstift, sobald er nur ein Weniges noch — wie es in der Regel geschieht — über die Papierfläche hervorragt, erfaßt, festhält und herauszieht.

§. 263. Ein Taschenfernrohr kann besonders in Gegenden, in welchen die Orte und natürlichen Richtobjecte sehr entfernt von einander liegen, und dem Detaillaufnehmer große Vortheile gewähren, dessen Augen nicht sehr fernsichtig und scharf sind. Es erleichtert ungemein das Aufsuchen der entfernten Richtobjecte, die oft nur als zarte Spitzen über Hügel und Wälder emporragen oder durch Allee'n und Bäume fast gänzlich verdeckt sind, und die Bestimmung von Alignements auf dieselben. Wer sich also in den Besitz eines Fernrohrs sezzen kann, ohne große Opfer zu bringen, oder wem dazu nicht die Mittel fehlen, versäume es nicht; er wird es nicht bereuen. 9. ein Taschenfernrohr.

§. 264. Eine feine stählerne Feile mit hölzernem Handgriff, zum Anschärfen der Bleistiftspitzen, ist ungemein praktisch für den Gebrauch auf dem Felde. Soll die Vermessung genau sein, so müssen nach §. 14. sämmtliche Bleistiftlinien sehr scharf und zart gezogen, also die Bleifedern sehr oft angeschärft oder angespitzt werden. Dies ist aber, wenn man vielleicht in drükkender Hitze viel auf dem Felde umhergegangen ist und die Hand zittert, nicht so leicht; man wird oft die kaum einigermaßen brauchbare Spitze wieder abbrechen und vielleicht sehr bald den Bleistift zerschneiden, jedenfalls aber die Finger verunreinigen und dadurch in die Gefahr kommen, das über das Meßtischblatt gespannte Papier zu beschmutzen, was um so unangenehmer ist, wenn dasselbe, wie es bei allen größeren Vermessungen zur Sicherung der Genauigkeit der Arbeit geschieht, zugleich Reinzeichnung werden soll. Besitzt man aber eine feine Feile, so ist, sobald nur das Holz vom Blei entfernt oder die Spitze roh zugeschnitten ist, mit wenigen zarten Strichen über jenes Instrument der Bleistift wieder scharf oder spitz, und jede der genannten Unannehmlichkeiten vermieden. 10. eine Feile.

### B. An Zeichnenmaterialien und dazu gehörigen Geräthschaften.

§. 265. Ein zur Vermessung commandirter Officier bedarf sehr gute Bleistifte, harte und weiche, von jeder Art etwa ein halbes Dutzend. Harte, um damit Visir- und andere Linien längs der Schärfe des Lineals zu ziehen, weiche, zum Einzeichnen der Grenzlinien von künstlichen und natürlichen Terraingegenständen und der Horizontalen des unebenen Terrains aus freier Hand. Die ersteren erhalten eine breite, messer- oder meisselförmig zugeschärfte, die letzteren eine feine runde Spitze. Sämmtliche Bleistifte müssen aber die Eigen- 1. Bleifedern.

schaft haben, daß sie sich scharf anspitzen oder zuschärfen lassen, jede Linie, die mit ihnen gezogen wird, bei einem gelinden Drucke auf das Papier, deutlich und rein darstellen, ohne zu bröckeln, sich leicht abzunutzen, oder gar in das Papier einzuschneiden, und daß sich die durch sie entstandenen Linien leicht wieder wegwischen lassen. Die englischen Bleistifte sind die besten, die wiener stehen ihnen wenig nach, und sind ihrer Wohlfeilheit wegen den ersteren vielleicht vorzuziehen. Die anderen Bleifedern, deren Stift in der Regel aus mehreren Stücken zusammengesetzt, grobkörnig und ungleich gehärtet ist, taugen nichts. — Die Bleistifte, zur Schonung ihrer Spitzen beim Nichtgebrauch, in metallene Kapseln oder Hülsen, die zum Ein- und Ausschieben eingerichtet sind, zu stecken, wird zwar von Vielen empfohlen, ich kann es indessen nicht anrathen, weil die Bleistifte zerschnitten werden müssen, niemals fest in den Kapseln stecken und dadurch beim Zeichnen keine feste Lage in der Hand haben. Auch gleiten die glatten Kapseln viel eher aus dem Arbeitstäschchen (§. 278.) als die rauheren Bleistifte und gehen daher leichter während der Feldarbeit verloren.

2. Gummi elasticum und geschabt. weißes Schafleder.

§. 266. Zum Wegreiben der unnütz gewordenen Bleistiftlinien und der etwa auf dem Zeichnenpapier entstandenen Schmutzflecke ist der Ankauf von Gummi elasticum (oder richtiger Kaotschuk), so wie von sogenanntem Handschuhschabsel, geschabtes weißes Schafleder, nöthig. Des letzteren bedient man sich mit großem Vortheile dort, wo man Flächen mit Farben angelegt hat, oder wo man fürchtet, durch vieles Reiben das Papier rauh zu machen, da jenes Leder das letztere ungleich weniger angreift als der Gummi, obwohl es den Staub und Schmutz bei weitem besser wegnimmt. Zum Gebrauch auf dem Felde kann man es indessen nicht mit sich führen, weil es sehr streut und mithin von der Zugluft bald fortgeführt werden würde. Es dürfte daher wohl die Regel aufzustellen sein, daß man sich zu Hause stets des Handschuhschabsels, auf dem Felde des Kaotschuks bedienen müsse. — Der zur Feldarbeit bestimmte Gummi wird, wenn er nicht oft verloren gehen soll, an einer Schnur befestigt, irgend wo angebunden, und darf aus keinem kleinen dünnen Stücke bestehen, weil ein solches beim Gebrauche in der Sommerhitze und heißen Hand leicht weich wird und schmutzt; denn das verhärtete Harz, aus dem der Gummi besteht, löst sich in der Hitze auf. Nimmt man aber zu dicke und harte Stücke, so greifen

sie

sie wieder das Papier sehr an; die mittlere Stärke ist daher die beste.

§. 267. An Tuschen und anderen Farben bedarf ein zu topographischen Arbeiten commandirter Officier: 5. Tusche und andere Farben.

a) schwarze Tusche. Sie muß besonders gut sein, weil sie viel gebraucht wird, und zum Theil von ihrer Güte der Charakter der Darstellung des Bergterrains abhängig ist. Vor allen Dingen muß sie, wenn sie mit einer Zeichnen- oder Reißfeder aufgetragen und vollkommen getrocknet ist, feststehen, d. h. nicht verlaufen oder sich verwischen lassen, wenn man mit einem nassen Pinsel leicht über sie hinwegfährt. — Die beste schwarze Tusche ist die chinesische, welche in der Regel an ihrem starken Moschusgeruch kenntlich ist; doch darf man sich dadurch nicht täuschen lassen, weil man jeder Tusche diesen Geruch geben kann. Eine gute schwarze Tusche documentirt sich dadurch, daß sie einen ganz matten Glanz und ein feines Korn hat, sich leicht einreiben läßt, auf dem Finger, feucht gerieben, nicht klebt, im Tuschnapf etwas eingetrocknet, sich nicht dick und klebrig an die Feder setzt, blaß angelegt, keine Flecke, aber eine warme bräunliche Farbe erhält und, feucht aufgetragen, sich leicht verwaschen läßt, während sie getrocknet feststeht. — Schlechte schwarze Tusche ist dagegen grobkörnig, entweder stark oder gar nicht glänzend, je nachdem sie mehr oder weniger mit Gummi arabicum versetzt ist, riecht in der Regel nach Kampher, Ruß oder Leim, wird, im Tuschnapf ganz eingetrocknet, sehr glänzend und löst sich dann blättrig ab, etwas eingetrocknet klebrig, setzt sich dick an die Feder und gestattet dieser keine gleichmäßig feine, sondern nur sägenförmige Linien, und läßt sich endlich, mit der Zeichnen- oder Reißfeder etwas stark aufgetragen, schon mit einem feuchten Finger verwischen.

b) Carminrothe Tusche, oder aufgelöst'es Carminroth in einem kleinen Fläschchen. Der aufgelöst'e rothe Carmin ist bei weitem zarter und dauerhafter als die Tusche, verbindet sich fester mit dem Papier und springt daher, dick aufgetragen, nicht so leicht ab.

c) Zinnobertusche, theils zum Anlegen mancher kleinen Signaturen, die sich hervorheben sollen, theils um, mit Carminroth versetzt, die Purpurfarbe zu geben.

d) Gummi gutti, geschlemmt, wie man ihn in jeder Apotheke erhält.

e) Carminblaue oder Indigotusche.

f) Gebrannte Umbratusche, um, mit Carminroth versetzt, die Farbe zum Anlegen der Wege zu geben. Unter dem Namen Wegebraun bekommt man aber auch jetzt schon eine zu diesem Zwecke zubereitete Tusche.

g) ein Fläschchen mit aufgelöst'em Grünspan, der, ein wenig mit Gummi gutti versetzt, zum Anlegen der Gärten benutzt wird, daher unter dem Namen Gartengrün bekannt ist.

h) ein Fläschchen mit aufgelöst'em Grünspan, der reichlicher mit Gummi gutti versetzt ist, eine gelbgrüne Farbe darstellt, zum Anlegen von Wiesen ꝛc. benutzt wird und daher unter dem Namen Wiesengrün bekannt ist.

i) ein Fläschchen mit einer dünnen Auflösung von Carminroth und schwarzer Tusche zur Herstellung der Wälder, welche Waldfarbe genannt wird. Soll die Waldfarbe ein gefälliges Ansehen erhalten, so muß sie mehr roth sein und nur wenig ins Schwarze überspielen.

k) ein Fläschchen mit aufgelöst'em Gummi gutti und Carminroth zum Anlegen von Sandschellen ꝛc., weshalb diese Farbe den Namen Sandfarbe trägt. Endlich ist es gut, wenn man auch

l) ein Fläschchen mit aufgelöst'em Carminblau mit sich führt, um sogleich nach Beendigung der täglichen Feldarbeit die nassen Gräben, Pfützen, Pfuhle und Teiche auf dem Plane umziehen zu können, weil man sie sonst beim Auszeichnen sehr leicht mit Wiesen ꝛc. verwechseln könnte.

Wegebraun, wenn man es nicht in Tuschform bekommt, Garten- und Wiesengrün, Wald- und Sandfarbe müssen im aufgelöst'en Zustande in Fläschchen mitgeführt werden, weil man sonst so oft, als man diese Farben gebraucht, dieselben immer von neuem mischen müßte, und dann nie wieder die vorigen Tinten erhalten würde, wodurch das Colorit der Zeichnung nothwendig sehr buntscheckig werden und unangenehm in die Augen fallen müßte. — Sämmtliche Tuschfarben reibt man am zweckmäßigsten mit Regen- oder destillirtem Wasser ein, und, wenn sie zum Anlegen benutzt werden sollen, auf dem Finger. — Die nassen Tuschstückchen müssen sorgfältig mit ei-

nem Läppchen oder Papier abgetrocknet werden, weil sie sonst aufspringen und beim neuen Einreiben bröckeln.

§. 268. Tuschnäpfe sind etwa ½ Dutzend erforderlich. Am meisten zu empfehlen sind die von weißem Porzellan, welche unter dem Namen Menagentuschnäpfchen verkauft werden, theils weil sie sich, da sie in einander geschoben werden können, bequem transportiren lassen, theils weil man die in einem Napfe eingeriebene Tusche sehr leicht gegen Staub verwahren kann, wenn man ein darauf passendes Näpfchen darüber stellt. Endlich sind sie auch so geformt, daß jeder Napf zwei Vertiefungen, eine größere und eine kleinere, hat, und daher auf zwiefache Weise gebraucht werden kann. 4. Tuschnäpfe.

§. 269. Zwei Pinsel von mittlerer Größe und zwei etwas kleinere, sämmtlich von Biberhaaren, nebst zwei etwa 5″ langen Pinselstöcken von polirtem Holze, reichen in der Regel vollkommen aus. Ganz kleine Pinsel taugen nichts, selbst dann nicht, wenn man ganz kleine Signaturen anzulegen hat. In der Auswahl der Pinsel muß man sehr vorsichtig sein. Behält der mit Wasser angefeuchtete und dann durch den Mund gezogene Pinsel nicht seine Spitze, wenn man sanft und leicht damit über das Papier hin und her fährt, theilt sich die Spitze vielmehr in mehrere zungenartige Theile, so ist er zu sauberen Zeichnungen nicht zu gebrauchen. Ebenso ist er untauglich, wenn ein Theil seiner Haare abgebrochen, borstig, der Federkiel schwach oder gesprungen ist, wenn die Haare darin nicht festsitzen, nicht fein, zu lang oder zu kurz sind, und wenn er eine lange dünne, über den übrigen Theil sehr hervorragende, Spitze hat. Letztere kann man zuweilen, wenn der Pinsel vorher angefeuchtet ist, an einer glühenden Kohle oder einem brennenden Lichte absengen, allein es gehört viel Geschicklichkeit dazu, und dennoch wird der Pinsel niemals ganz gut, denn die abgesengten Haare bleiben mehr oder weniger borstig. — Zur Conservation der Pinsel ist zu empfehlen, daß sie jedesmal nach dem Gebrauch in Wasser vollkommen gereinigt, mit dem Munde zugespitzt und der Federkiel abgetrocknet, weggelegt werden. 5. Pinsel und Pinselstöcke.

§. 270. So wenig Stahlfedern dem Anfänger zu empfehlen sind, so große Vortheile bieten sie dem zur Vermessung commandirten Officier dar. Geht er sorgsam mit ihnen um, so geben sie stets gleich scharfen Strich, eine sehr saubere Zeichnung, und überheben ihn gänzlich des mühsamen und zeitraubenden Federschneidens. Er bedarf aber wenigstens 6 Fe- 6. Zeichnenfedern.

dern, von denen zwei zur Schrift bestimmt, daher anders geschliffen sind und, um nicht zu spritzen, eine längere Spalte haben. Die vier zur Darstellung des Bergterrains und der anderen künstlichen und natürlichen Terraingegenstände bestimmten Federn dürfen aber nicht zu fein sein, weil sonst die Zeichnung etwas Gekritzeltes erhält. Gute, unter sich aber etwas verschiedene, mehr oder minder weiche Mittelfedern, die bei einem leisen Druck einen feinen, bei einem stärkeren Druck zugleich einen kräftigen breiten Strich geben, sind die besten. Wer Gebirgsterrains aufzunehmen hat, muß indessen zu den steileren Gradationen eine gröbere Feder, deren rechte Spitze etwas kürzer ist, sich zulegen, weil durch einen anhaltenden Druck die mittleren Federn zu sehr leiden. Zur Conservation der Stahlfedern ist zu empfehlen, die Schrift mit gewöhnlichen Gänsekielen auszufüllen, wodurch sie auch glatter wird, und daß jedesmal nach Beendigung der Arbeit die Stahlfedern mit einem feinen leinenen Läppchen, welches vorher auf Kreide gerieben ist, abgetrocknet, niemals aber mit der Spitze gegen den Schnitt oder so auf das Papier gedrückt werden, daß sich dieselbe nach dem Innern des Schnittes hineinbiegt. Berührt man die Spitze mit den bloßen Fingern, so sprechen sie nachher nicht an, und müssen erst mit jenem Kreideläppchen wieder abgerieben und, wenn das nicht sogleich hilft, stark gefüllt und so auf das Papier gedrückt werden, daß die Spalte sich weit öffnet und einen breiten schwarzen Strich auf dem Papier zurückläßt. Besonders muß man die Federn aber gegen das Herunterfallen auf die Erde oder gegen einen Druck oder Stoß gegen die Spitze hüten. Daher ist es sehr zu empfehlen, die Stahlfeder, welche man aus der Hand legt, sogleich mit einer Federspule, welche beim Ankauf über die Stahlspitze geschoben ist, wieder zu überziehen und dadurch gegen jeden Zufall zu schützen.*) —

Wer in der Terrainzeichnung noch so wenig geübt ist, daß er seine Hand mit dem Gebrauche von Stahlfedern verderben

*) Wie lange man gute Stahlfedern vom Mechanikus Gärtner in Berlin conserviren könne, habe ich hinlänglich erfahren; denn noch heute zeichne ich mit den 6 Federn, mit denen ich 3 Jahre während meines Commando's zum topographischen Büreau, seitdem viel, selbst die Figuren und deren Buchstaben zu diesem Werke, gezeichnet habe. Obwohl sie nun seit fast 13 Jahren in meinem Besitze sind, ohne jemals angeschliffen zu sein, so ist doch kaum eine Abnahme ihrer Güte zu bemerken.

würde, bediene sich lieber der Gänsekiele zum Zeichnen. Wenn zwar jede Schreibfeder, die rein ohne Zähne spaltet, zum Zeichnen brauchbar ist, so sind doch die sogenannten Eckposen die besten. Raben- und Krähenfedern müssen dagegen gänzlich verworfen werden. Sie ermüden durch ihre dünnen Kiele nicht nur die Hand und berauben diese ihrer Freiheit und Sicherheit, sondern veranlassen auch matte, kraftlose und kritzliche Darstellungen.

7. Zeichnenpapier.

§. 271. Wenn zwar für jede Section oder jedes Blatt der Aufnahme ein Bogen Zeichnenpapier geliefert wird, so wäre es doch sehr unweise, sich lediglich auf dies Papier zu beschränken. Wie leicht kann ein Bogen, namentlich beim Aufkleben, das für den Anfänger ein schwieriges Geschäft ist, verdorben werden, und in welcher Verlegenheit würde sich der Aufnehmer befinden, wenn er denselben nicht wieder sogleich ersetzen könnte. Es ist daher dringend nothwendig, sich wenigstens einen Reservebogen in der erforderlichen Größe anzuschaffen. — Außerdem aber bedarf man noch mehrere, etwa 6, Bogen Zeichnenpapier, zu Croquirblättern ꝛc. Dies braucht indessen weder von der Güte noch von der Größe des ersteren zu sein. Gewöhnliche Bogen Zeichnen-Velinpapier, nach den hiesigen Preisen zu etwa 2½ Sgr., sind dazu vollkommen hinreichend. — Bei der Auswahl sämmtlichen Zeichnenpapiers sehe man darauf, daß es aus möglichst gleichmäßiger Masse besteht, glatt, ohne Flecke ist, keine dünne Stellen und noch weniger Stockflecke hat. Hält man es gegen das Licht, so treten gewöhnlich seine Makel deutlich hervor.

Wer sich jedoch von der Witterung, so viel es irgend angeht, unabhängig machen und so einrichten will, daß er bei feuchtem Wetter seine Arbeit auf dem Felde durch Croquiren fortsetzen kann, versehe sich zu Croquirblättern mit einigen Bogen von dem Papier, aus dem die gewöhnlichen Spielcharten geschnitten werden. Da es viel stärker als das Zeichnenpapier und geglättet ist, so wellt es nicht bei feuchter Luft und kann, wenn man das croquirte Terrain zart darauf zeichnet, sobald die Zeichnung copirt und dann weggelöscht ist, mehrmals zu demselben Zwecke benutzt werden. Es ist sehr zu empfehlen, dergleichen Croquirblätter von Hause aus mit einem constanten Quadratnetz zu versehen, dessen große, mit rother Tinte ausgezogene Quadrate eine Seitenlänge von 2″, und deren kleine, mit schwarzer Tusche hergestellte Quadrate eine Seitenlänge von 5‴ haben. — Die Seitenlinien der großen Quadrate ha-

den dann im $\frac{1}{25000}$theiligen Maßstabe, in dem man gewöhnlich arbeitet, eine Seitenlänge von $\frac{1}{4}$ Meile = 2500 Schritt, und eine Diagonale von 3535,5 Schritt; die kleinen Quadrate eine Seitenlänge von 625 Schritt und eine Diagonale von 884 Schritt. — Auch kann man die großen Quadrate in 25 kleinere zerlegen, wodurch jedes der letzteren eine Seitenlänge von 500 Schritt und eine Diagonale von etwa 707 * erhält, was vielleicht noch bequemer ist. — Der Nachtheil dieser Croquirblätter, daß man die darauf entworfene Zeichnung weder durchstechen noch durchdrücken kann, kommt gegen den großen Vortheil, den sie, bei feuchtem Wetter vornehmlich, wie überhaupt, gewähren, gar nicht in Betracht.

a. einen Wasserschwamm.

§. 272. Vor dem Aufkleben muß das Papier, wie bekannt, mit Wasser angefeuchtet oder, wie man sagt, gewaschen werden. Dazu, wie zum Auswaschen von Flecken, ist ein weicher Wasserschwamm von mittlerer Größe erforderlich. — Bei der Auswahl desselben hat man vornehmlich darauf zu sehen, daß er möglichst rein, von jeder steinigen Masse, die sich häufig in solchen Schwämmen vorfindet, befreit ist, und keine Lappen oder einzeln oder in kleineren und größeren Büscheln herunterhängende Fasern hat. Die weißen Schwämme sind allerdings den gelben vorzuziehen, allein sehr theuer. Gleich nach dem Ankauf kann aber der Schwamm noch nicht gebraucht werden; er muß erst ausgekocht, dann sorgfältig von allen in ihm enthaltenen sandigen und steinigen Theilen gesäubert und ausgewaschen sein, denn auch die besten gelben Schwämme sind nicht ganz rein. — Beim Auswaschen von Flecken muß der Schwamm gehörig mit reinem Wasser angefeuchtet und mit demselben nicht stark auf dem Papier gerieben werden. Ist der Fleck weggewaschen, so wird der Schwamm recht trocken ausgedrückt, mit ihm das Wasser vom Papier möglichst abgenommen, und das letztere an einen kühlen Ort horizontal niedergelegt und getrocknet.

9 Mundleim.

§. 273. Mundleim ist theils erforderlich zum Aufkleben des über die Tablette zu spannenden Zeichnenpapiers, theils zur Herstellung des aus feinem, gewöhnlich Briefpapier, zusammengesetzten Ueberzuges, welchen man, als Decke des Zeichnenpapiers, über die Tablette klebt, um dasselbe gegen das Beschmutzen bei der Arbeit zu sichern, wie zu manchen anderen Dingen. Drei bis vier Stangen Mundleim bedarf man daher wenigstens; er wird täglich mehrere Male gebraucht. — Guten

Mundleim erkennt man daran, daß er einen matten Glanz hat, an den Ecken und Kanten durchscheinend ist und sich, ohne zu springen, ein wenig biegen läßt. Ist er sehr glänzend, überall durchscheinend, hat er feine Sprünge oder Risse, so ist er auch in der Regel sehr spröde und nicht zu empfehlen, weil er dann bei einigem Druck auf seine beim Ankleben angefeuchtete Schärfe bröckelt, unter dem zu befestigenden Papier körnige Erhabenheiten zurückläßt, welche entweder hemmend für die Bewegungen des Diopterlineals und anderer Instrumente sind, oder die Visirebene ihrer vertikalen Lage berauben.

10. feines Papier z. Ueberzuge über die Tablette.

§. 274. Will man das über die Tablette gespannte Zeichnenpapier, wenn solches die Originalzeichnung der Vermessung aufnehmen und eingereicht werden soll, während der vielen Wochen, in denen man täglich auf dem Felde und zu Hause daran arbeitet, gegen Verunreinigung durch Staub und andere Zufälligkeiten schützen und es möglichst sauber und weiß erhalten, so muß nothwendig ein Papier-Ueberzug darüber gespannt werden, von dem täglich so viel herausgeschnitten wird, als erforderlich ist, um den nöthigen Arbeitsraum zu gewinnen. Diese Oeffnung wird nach Beendigung des Tagewerkes sogleich wieder mit Hilfe des Mundleims verklebt, und am nächsten Tage eine andere Stelle geöffnet. Wollte man diesen Ueberzug von starkem Papier herstellen, so würde dies manche Unbequemlichkeit, vornehmlich für den Gebrauch des Diopterlineals, haben, das sich schwer hin und her schieben lassen und dessen Diopterebene die vertikale Stellung verlieren würde. Auch würde man die Darstellung des aufgenommenen Terrains nicht durchschimmern sehen, große Mühe haben, sich zu orientiren und die Punkte, deren man sich beim Fortgange der Arbeit bedienen will, auf der Oberfläche des Ueberzuges zu bezeichnen, und in letzterem gerade über ihnen eine kleine Oeffnung zu schneiden, um die Stationsnadeln in jene Punkte stecken zu können. Das beste Papier zu diesem Ueberzuge wäre unstreitig das Pflanzenpapier (Oelpapier), das jeden feinen Punkt und Bleistiftstrich durchscheinen läßt, wenn es nicht zu leicht im heißen Sonnenschein, durch eine größere Spannung, und im Winde zerrisse, von der Feuchtigkeit in der Luft zu wellenförmig und dadurch hinderlich würde, und vor Allem zu kostspielig wäre. Man muß daher zu einem andern dünnen Papier, dem Brief- oder Postpapier, seine Zuflucht nehmen. Kaufte man indessen das letztere, wie es gewöhnlich in halben Bogen in Brief- oder Quartformat zum Verkauf ausgeboten wird, so

würden die einzelnen Stücke des Ueberzuges sehr klein werden, und in letzterem viel Nähte entstehen. Man thut daher wohl, wenn man sich in einer größeren Papierhandlung unbeschnittenes Briefpapier in groß Folio und, um die Ausgabe zu vermindern, zurückgestelltes oder sogenanntes Postpapier retiré kauft, welches zwar hin und wieder manche Makel hat, allein zu dem Zweck, für den es verwendet werden soll, vollkommen gut genug ist; 1½ bis 2 Buch sind ausreichend. — Besteht der Ueberzug nach einigen Arbeitstagen aus zu vielen Theilen, fangen seine durch Auf- oder besser Unterkleben neuer Stücke entstandenen Nähte an, unbequem zu werden, so schneidet man den alten Ueberzug ab, fertigt danach einen neuen an, und klebt diesen, nachdem man nach jenen die Oeffnungen für die festgelegten Punkte der Vermessung, welche man zur Fortsetzung der Arbeit noch gebrauchen kann, hineingeschnitten und ihn auf die Tablette gepaßt hat, über diese.

11. eine Scheere.

§. 275. Um aber jene Oeffnungen in den Papierüberzug schneiden, oder denselben, so weit es nöthig wird, auf dem Felde weiter öffnen und am Ende der Tagesarbeit das Papier zum Verkleben der vorhandenen Oeffnung zuschneiden zu können, bedarf der Detailaufnehmer einer Schere mit feinen langen Spitzen. Sie muß nicht zu groß sein und bequem genug, um stets mit dem übrigen Arbeitsmaterial mitgeführt werden zu können. Gut ist es, wenn eine ihrer Spitzen, mit welcher man unter den Papierüberzug fahren will, mit einem Knöpfchen versehen ist, damit das Zeichnenpapier nicht aufgerissen oder überhaupt beschädigt werde.

12. Pflanzen- oder Oelpap. zu Anbindungen ꝛc.

§. 276. Endlich bedarf ein zur Vermessung commandirter Officier noch einiger Bogen Pflanzen- oder Oelpapier zu verschiedenen Zwecken, vornehmlich aber zu den sogenannten Anbindungen. Obwohl dort, wo er mit einem anderen Aufnehmer grenzt, seine Arbeit mit der des letzteren genau zusammenpassen muß, so ist es doch nöthig, daß, sobald er mit der Aufnahme einer solchen Grenze fertig ist, dieselbe etwa 500 Schritt breit copirt, und vollständig in Farben und mit Namen an den betreffenden Gegenständen und Wegen ausgeführt, seinem Nachbar übersendet, falls ihm von diesem die Anbindung noch nicht zugegangen sein sollte. Kommt sein Nachbar im Verfolg der Vermessung an jene Grenze, und stimmen beide Arbeiten genau zusammen, so ist dies ein sicheres Zeichen für die Richtigkeit derselben; stimmen sie nicht überein, so ist es Pflicht beider Officiere, auf der Grenze zusammenzukommen,

zu untersuchen, wodurch die Differenzen entstanden sind, und, wenn der Fehler gefunden ist, ihre Arbeiten zu rectificiren. Bediente man sich nicht des Oelpapiers zu den Anbindungen, so würde das Copiren der Grenze, da es vollkommen genau geschehen muß, viel Zeit rauben; mit Oelpapier ist es aber in kurzem geschehen. Man spannt dasselbe über die Tablette, befestigt es am äußersten Rand derselben mit Mundleim zieht die durchscheinenden Grenz- und Quadratlinien, an welche man ein Lineal legt, sogleich mit der Reißfeder, und alle übrigen Terraingegenstände mit der Zeichnenfeder aus freier Hand nach, ohne sie vorher in Bleistift gelegt zu haben, und trägt endlich die Farben und, sind diese getrocknet, die Namen auf.

### C. An Schreibmaterialien.

§. 277. An Schreibmaterialien ist zur Correspondenz theils mit dem Dirigenten der Vermessung, theils mit den Königlichen Behörden, und zur Anlegung von den statistischen Tabellen, die neben der Vermessung geführt werden müssen, ꝛc., Schreibpapier, eine hinreichende Anzahl von Federn, ein Federmesser, welches zugleich eine runde Radirklinge, zum Wegradiren von Flecken aus dem Zeichnenpapier, besitzen muß, eine Papierschere, Siegellack und selbst Tinte erforderlich, denn Niemand verlasse sich darauf, dergleichen Materialien und Gegenstände dort zu kaufen, wohin er kommt. In manchen kleinen Provinzialstädten ist gutes Schreibmaterial entweder gar nicht oder nur für sehr hohe Preise zu bekommen, und wer kann im Voraus wissen, nach welchem Orte er vom Dirigenten der Vermessung werde gesendet werden. Schreibmaterialien.

### D. An verschiedenen anderen Gegenständen.

§. 278. Um die Instrumente und Zeichnenmaterialien, welche man zur täglichen Feldarbeit bedarf, bequem mit sich führen zu können, und in einem Bestecke stets bei der Hand zu haben, ist ein sogenanntes Arbeits- oder Croquirtäschchen aus gelbem Leder von großem Werth. Es muß in besonderen Abtheilungen oder Fächern einen harten und einen weichen Bleistift, ein Federmesser, die feine Stahlfeile, einen Handzirkel, einen Stückzirkel mit einem Bleistifteinsatz, die Pincette und eine Zeichnenfeder aufnehmen, eine Vorrichtung zum Einstecken der Stationsnadeln haben, und während der Arbeit an den Rock festgeknöpft werden können. Wollte man alle diese Instrumente und Materialien in einem besonderen Kästchen mit 1. Arbeits- od. Croquirtäschchen.

sich führen, so würde das stete Aus- und Einpacken derselben nicht nur sehr unbequem sein, sondern man würde sie auch, da man beide Hände zur Arbeit gebraucht, mithin jenes Kästchen nicht selbst tragen kann, nicht überall, und namentlich dann, wenn man von dem Meßtische und den Gehilfen sich entfernt, bei der Hand haben, und wollte man sie auf den Meßtisch legen, so würden sie im Wege sein, die leichteren vom Winde weggeweht oder beim Transporte des Tisches von einem Stationsorte zum andern von den Gehilfen verloren werden. Allen diesen Unannehmlichkeiten entgeht man durch ein Croquirtäschchen.

2. eine Ledertasche in Form einer Kartousche.

§. 279. Eine zweite gelbe Ledertasche in Form einer Kartousche mit Tragriemen. Sie ist bestimmt, das Arbeitstäschchen bis zum Arbeitsplatze und von diesem wieder zurück zum Quartier, ein kleines Lineal mit dem Schrittmaßstabe, einen Triangel, den Böschungsmesser, ein Fläschchen mit blauer Tusche, den Gummi elasticum und vielleicht, während des Transportes des Meßtisches von einem Stationsorte zum andern, selbst die Libelle aufzunehmen. Sie muß also die Länge des kleinen Lineals, die Höhe des Quadranten oder anderen Böschungsmessers und die Weite der Libellenhöhe haben, mit einem weichen Deckel versehen sein und zugeschnallt oder zugeknöpft werden können. Die Bequemlichkeit einer Tasche dieser Art ist so einleuchtend, daß wir kein Wort darüber verlieren dürfen.

3. ein Kästchen für Zeichneninstrumente, Zeichnen- und Schreibmaterialien.

§. 280. Die vielen Zeichneninstrumente, die zum Theil sehr zart sind und sämmtlich sorgsam aufbewahrt werden müssen, die verschiedenen Farben in Stücken und Fläschchen, und andere Zeichnenmaterialien und Gegenstände, die man mit sich führen muß, auf einer Stelle vereinigt zu haben, um sie schnell übersehen zu können, ist gewiß für jeden Aufnehmer ein großes und ein um so fühlbareres Bedürfniß, wenn er sich oft längere Zeit in schlechten Quartieren aufhalten muß, in denen er kein verschließbares Räumchen findet und wo die Neugierde seiner Wirthsleute oder deren Dienerschaft wohl häufig die Veranlassung ist — wie ich es wenigstens oft genug erfahren —, daß während seiner Abwesenheit Alles, was er frei liegend zurückläßt, besehen, betastet und vielleicht gar verdorben wird. Wie leicht verliert sich nicht auch ein oder das andere Stück, wenn nicht jedes seinen bestimmten Ort hat, und wie störend für die Arbeit kann dies werden, wenn der Verlust nicht gleich wieder zu ersetzen ist? Daher ist es sehr zweckmäßig, wenn man sich ein verschließbares Kästchen, der Kostenersparung wegen viel-

leicht von ganz gewöhnlichem Holze, anfertigen läßt, in dem man alle Zeichneninstrumente, und Zeichnen- und Schreib-Materialien, mit Ausnahme des Papiers, vereinigen kann. Will man sich das Kästchen zugleich bequem einrichten lassen, so dürfte es nicht unzweckmäßig sein, demselben zwei Einsätze geben zu lassen. Der oberste nimmt die Tuschnäpfe in eigens für sie bestimmte Fächer, die Zeichnen- und Schreibfedern, Bleistifte ꝛc., der zweite Einsatz sämmtliche Reißzeug- und dahin gehörige Instrumente, der untere Raum des Kästchens endlich in besonderen Fächern, die sämmtlich in einer Reihe liegen müssen, die Farbenfläschchen und das Schreibzeug auf, und der übrigbleibende Raum dient zum Aufbewahrungsorte für Tusche, Kautschuk, Mundleim, Schwamm, Stationsnadeln ꝛc.

4. eine blecherne Büchse zum Transp. von Papier und Zeichnungen.

§. 281. Eine blecherne Büchse von etwa $2\frac{1}{2}$ bis 3′ Länge und 3 bis 4″ im Durchmesser, mit einem verschließbaren Deckel und mit Tragriemen. In ihr werden die Netzblätter und der Vorrath an Zeichnen- und anderem Papier, und vielleicht selbst das große Lineal, das letztere aber nur mit großer Vorsicht, nach der zu vermessenden Gegend, und von dieser nach vollendeter Aufnahme zum Versammlungsort zurück, die Zeichnungen des aufgenommenen Terrains transportirt. Zwar kann man beim Transport die Netzblätter, wie das Papier und die Zeichnungen, um eine cylindrische hölzerne Rolle wickeln, allein geschieht das nicht sehr vorsichtig, so entstehen Brüche, welche nicht nur sehr schwierig fortzuschaffen, sondern auch bei den Netzblättern sehr nachtheilig sind, weil sie die Lage der gegebenen Punkte verrücken. Viel sicherer und bequemer ist der Transport der Netzblätter und Zeichnungen in der blechernen Büchse, wenn dieselbe vorher mit Schreibpapier ausgelegt worden, weil sie sonst abfärbt; denn sie schützt vollständig gegen jede Verletzung. Auch kann die Büchse im Laufe der Vermessung benutzt werden, um durch einen Boten die erbetenen Feldvermessungen und Dorfcharten von Behörden oder Gutsbesitzern holen zu lassen, die dergleichen Charten nicht gern verabfolgen, wenn sie nicht die Ueberzeugung gewonnen haben, daß sie beim Transport gegen Verletzung durch Nässe ꝛc. gesichert sind.

5. ein Regenschirm.

§. 282. Ein großer Regenschirm ist eins der nützlichsten Ausrüstungsgegenstände eines Detailaufnehmers, denn er gewährt dem Meßtische sowohl gegen plötzlich fallenden Regen als dem Aufnehmer selbst gegen die blendenden Strahlen der Sonne Schutz. Das weiße Papier, mit dem die Tablette be-

ſpannt iſt, wirft, von der Sonne beſchienen, die Strahlen derſelben ſo blendend zurück, daß es, ſelbſt dem beſten, Auge unmöglich iſt, dauernd auf demſelben zu arbeiten, gleich darauf ungetrübt in die Ferne zu ſehen, und vielleicht auf einem dunkeln Hintergrunde kaum ſichtbare Nichtobjecte aufzuſuchen. Zur Conſervation der Augen muß alſo der Meßtiſch auf irgend eine Weiſe beſchattet werden. Dies geſchieht durch den Regenſchirm am beſten, den man, um gegen Regenſchauer geſichert zu ſein, doch mit ſich führen muß. Oft geht man beim heiterſten Himmel zur Arbeit aus; plötzlich zieht ein Gewitter oder eine andere Regenwolke herauf — man befindet ſich vielleicht im äußerſten Zipfel ſeiner Section, fern von ſeinem Quartier, will hier gern die Arbeit vollenden und daher, ſo lange es irgend angeht, die Aufnahme fortſetzen. Hat man keinen Regenſchirm, ſo darf man den Meßtiſch der Gefahr des Naßwerdens nicht ausſetzen, muß frühzeitig einpacken und vielleicht eine koſtbare Arbeitszeit unnütz aufopfern. Mit dem Regenſchirm bewaffnet, arbeitet man bis zum letzten Augenblick; bricht endlich der Regen los, ſo wird unter dem Schutze des Schirms die Tablette ſchnell mit dem Wachstaffet-Ueberzug bedeckt und eingepackt. Ja man kann ſelbſt, in dringenden Fällen, unter dem Regenſchirm weiter fortarbeiten — wie ich dies ſelbſt einige Mal zu thun gezwungen war — ohne fürchten zu dürfen, daß dadurch das auf die Tablette geſpannte Zeichnenpapier verdorben werde.

6. Flaggen zu Meßfahnen.

§. 283. Drei oder mindeſtens zwei Flaggen zu Meßfahnen von Leinwand, Kattun oder Etamin, deren eine Hälfte roth oder ſchwarz, die andere weiß iſt. Man wählt dieſe, namentlich die rothe Farbe, weil ſie am fernſten leuchten, ſich am beſtimmteſten gegen den Horizont abzeichnen und daher, beſonders im Walde, am ſicherſten geſehen werden können. Die Flaggen müſſen mit Bändern verſehen ſein, um an die Meßfahnenſtangen gebunden werden zu können. Weil die letzteren ſich ſchwer transportiren laſſen, ſo iſt es zweckmäßig, ſie erſt auf dem aufzunehmenden Terrain anfertigen zu laſſen.

7. Arbeitshandſchuhe.

§. 284. Endlich iſt dem Detailaufnehmer zu empfehlen, ſich mit feinen weißledernen Arbeitshandſchuhen zu verſehen, d. h. ſolchen, an denen die Spitzen der drei erſten Handſchuhfinger des rechten Handſchuhes ſo weit abgeſchnitten ſind, daß das erſte Glied der Finger frei bleibt. Wer auf dem Felde ohne Handſchuhe arbeitet, wird das Zeichnenpapier ſelten ganz weiß erhalten, denn es nimmt gewöhnlich durch

vielfache Berührung mit einer heißen Hand eine gelbliche Farbe an, und ist die Hand feucht, wie dies an heißen Arbeitstagen kaum anders sein kann, so versagt das Papier später die Annahme der Tusche, die Terrainzeichnung wird daher nicht ganz sauber, und es entstehen Flecke auf den Stellen, die angelegt werden müssen.

## II. Ankunft auf dem aufzunehmenden Terrain und erste Geschäfte.

Ankunft auf dem aufzunehmenden Terrain.

§. 285. Ist die Ausrüstung so sorgfältig, als die Umstände des Detailaufnehmers es nur irgend erlauben, aber auch so geschehen, daß sie seine Mittel nicht gänzlich erschöpft*), und hat er auf dem Versammlungsorte die Meßinstrumente und Netzblätter, die offne Ordre zur Legitimation bei den Behörden, die nöthigen Instructionen ꝛc. empfangen, so reis't er nach dem Hauptorte in der von ihm zu vermessenden Gegend ab. Liegt in letzterer weder der Sitz einer Behörde noch eine Stadt, so erwählt er einen in der Mitte jener Gegend gelegenen Ort, in welchem er, nach den darüber eingezogenen Nachrichten, ein passendes Unterkommen zu finden hoffen darf, und in dem, oder in dessen Nähe, wo möglich ein trigonometrisch-bestimmter Punkt liegt. — Hier angekommen, wird er sofort den Behörden, in deren Verwaltungsbezirk er sich befindet, seine Ankunft melden, deren Mitwirkung, in sofern sie erforderlich werden möchte, sich erbitten, und die Vorbereitungen treffen, die seiner Arbeit unmittelbar vorangehen müssen. Hierher gehört, daß er der Gegend vollkommen kundige Leute erfragt, dieselben zu sich kommen läßt, von ihnen sich über die zu vermessende Gegend so viel Auskunft, als nur irgend zu gewinnen ist, ertheilen läßt, um danach einen Plan für die Recognoscirung

*) Wer unbemittelt ist, muß sich allerdings mit einem großen hölzernen Lineal und Triangel und ohne dreifüßigen, Stangen-, Halbirungs- und Reductionszirkel, ohne messingenen Transversalmaßstab und Fernrohr behelfen, weil diese Instrumente meistentheils sehr theuer sind, und durch Fleiß und Genauigkeit das zu ersetzen suchen, was ihm an guten Instrumenten abgeht. Freilich kann er auch ohne Croquirtafel und ohne ein Kästchen für die Zeichneninstrumente und das Zeichnenmaterial fertig werden, allein beide gewähren so entschiedene Vortheile und bleiben ihm für's ganze Leben, daß er, wenn er es irgend möglich machen kann, sich in deren Besitz setzen muß. Ebenso darf derjenige, der schwache Augen hat, nicht versäumen, sich ein Fernrohr zuzulegen; es erlös't ihn aus vielen Verlegenheiten.

derselben entwerfen zu können. Bevor indessen die letztere ausgeführt wird, muß die Tablette mit Papier bespannt werden, damit die nöthige Zeit zum Austrocknen derselben, ohne irgend einen Zeitverlust, gewonnen werde, denn nichts ist mehr zu empfehlen, als eine strenge Zeitbenutzung.

Bespannen des Meßtischblattes mit Papier.

§. 286. Das Bespannen des Meßtischblattes mit Zeichnenpapier geschieht nicht auf die Weise, wie letzteres gewöhnlich über ein Reißbrett geklebt wird, sondern so mit Eiweiß, daß sich das ganze Papier mit dem Holze der Tablette verbindet, und bei feuchtem Wetter, oder plötzlich darauffallendem Regen, nicht zieht, wellenförmig wird oder Beulen erhält, sondern stets glatt und fest bleibt. — Man schlägt oder quirlt nämlich das Weiße von 3 bis 4 Eiern, nachdem der sogenannte Hahnentritt entfernt ist, in einem hohen Gefäße, etwa einem Quartglase, völlig zu Schaum, läßt es einige Stunden stehen, klärt die Flüssigkeit, die sich aus dem Schaum gebildet hat, in ein anderes Gefäß ab, und bestreicht damit, mittelst eines feinen Wasserschwammes, die mit Wasser angefeuchtete (gewaschene) Seite des Papiers, so wie die gleichfalls mit Wasser angefeuchtete Oberfläche der Tablette, jedoch so, daß kein Ort unbestrichen und nirgends auch nur ein Bläschen zurück bleibt. Hierauf legt man das Papier mit der, mit Eiweiß bestrichenen Seite auf die Tablette, breitet reines Schreibpapier darüber und streicht es mittelst eines großen weißen Tuches so lange von der Mitte aus nach den Rändern fest an, bis keine Beulen oder Blasen mehr zu sehen sind, das Papier vollkommen glatt ist, und auf allen Punkten sich der Tablette fest anschmiegt. Hierauf werden die vier Ränder ein wenig losgelöst, etwa $\frac{1}{4}''$ breit mit Mundleim, oder besser mit gutem Tischlerleim, in dem sich keine unaufgelösten oder verbrannten Körnchen befinden dürfen, bestrichen und befestigt. Aufgelöster Gummi arabicum ist hierzu nicht zu empfehlen, weil er sich zu leicht, selbst in feuchter Luft, wieder auflöst, und noch weniger Kleister, der nicht nur schwer trocknet, sondern auch Unebenheiten zurückläßt, welche störend auf den Gebrauch des Diopterlineals und die senkrechte Stellung der Diopterebene einwirken. — Damit das Zeichnenpapier nicht über die Ränder der Tablette hinaussteht, wodurch es während der Arbeit losgerissen werden könnte, wird es, bevor es angefeuchtet ist, nach der Größe der Tablette zugeschnitten, und zwar ein wenig kleiner als diese gemacht, weil es sich durch das Anfeuchten und Aufspannen reckt. Das Zeichnenpapier um so viel größer als die Tablette zuzuschneiden, daß

es an den Seitenflächen der Ränder der letzteren festgeklebt werden kann, ist nicht rathsam, weil durch das Umbiegen der Papierränder in der Regel Wellen entstehen, die sich im Laufe der Arbeit bei feuchtem Wetter allmälig vergrößern, wodurch der Zweck des Aufklebens mit Eiweiß verfehlt wird. — Ist die Tablette mit Papier bespannt, so wird dieselbe an einen kühlen aber trocknen Ort gestellt, damit das Papier langsam austrockne und nicht etwa wieder abspringe oder gar zerreiße, was häufig geschieht, wenn man die Tablette den Einwirkungen der Sonnenstrahlen oder der Zugluft aussetzt.

Auftragen der Sectionsgrenzen u. trigon. Punkte auf die Tabl.

§. 287. Ist das Zeichnenpapier vollkommen trocken geworden und eine Triangulation vorangegangen, so werden die Grenzlinien der Section und die in die letzteren fallenden trigonometrischen Punkte auf die Tablette getragen. Dies Geschäft ist äußerst einfach, wenn der zur Vermessung commandirte Officier Netzblätter empfangen hat. — Er legt dann das betreffende Netzblatt auf die Tablette, befestigt dasselbe vollkommen glatt durch Mundleim oder Beschwerer über dem Zeichnenpapier, sticht die vier Eckpunkte der Section, die Endpunkte der Parallelen und die trigonometrischen Punkte mittelst einer feinen Stationsnadel *) senkrecht durch und hebt das Netzblatt wieder ab. Hierauf umkreiset er auf dem Zeichnenpapier die feinen Nadelstiche für die trigonometrischen, wie für die anderen durchstochenen Punkte, mit feinen Bleistiftringen, um sie leicht wieder auffinden zu können, und zieht zunächst die Parallellinien und sodann die Grenzlinien der Section mit einer guten Reißfeder und schwarzer Tusche fein aus. Wollte er zuerst die Grenzlinien der Section und dann die Parallellinien ziehen, so würde er durch die ersteren die feinen Nadelstiche für die Endpunkte der letzteren so mit Tusche bedecken, daß er sie entweder gar nicht wieder auffinden, oder nicht genau die Punkte bestimmen könnte, an welche das lange (eiserne) Lineal gelegt werden müßte, um den Parallelen eine genau richtige Lage zu geben.

Hat der Detailaufnehmer keine Netzblätter empfangen, und ist ihm dafür zur Construction der Sectionen gegeben:

---

*) Noch besser ist es, wenn man in jeden der genannten Punkte eine Stationsnadel steckt und die Nadeln so lange stecken läßt, bis auch der letzte Punkt durchgestochen ist. Hierdurch wird ein Verrücken des Netzblattes während der Arbeit unmöglich.

1) die Länge der südlichen Begrenzungslinien,
2) die Länge der nördlichen Begrenzungslinien, und
3) der Abstand beider Begrenzungslinien oder Parallelkreise von einander,

in Ruthen und Ruthentheilen ausgedrückt, so construirt er ähnlich die Section, wie oben (§. 48.) die Construction einer Gradabtheilung gelehrt ist. Er zieht nämlich möglichst parallel mit und nicht fern von einer Randlinie der Tablette eine gerade Linie, a b, Fig. 155, und trägt nach dem verjüngten Maßstabe auf dieselbe aus deren Mitte, o, in zwei gleichen Theilen, o a und o b, nach beiden Seiten die Länge der südlichen Begrenzungslinie; sodann aus demselben Punkte o auf eben jene Linie die Länge c d der nördlichen Begrenzungslinie in gleicher Weise auf, errichtet in den beiden zuletzt gefundenen Punkten, c und d, Perpendikel auf a b, trägt auf diese den Abstand beider Parallelkreise von einander, verbindet die hierdurch gefundenen Punkte, e und f, durch eine gerade Linie und erhält hierdurch in e f die nördliche Begrenzungslinie der Section. Endlich verbindet er die Endpunkte der nördlichen mit den Endpunkten der südlichen Begrenzungslinie durch die geraden Linien e a und f b, welche sodann die östliche und westliche Grenzlinie der Section darstellen. Ist hiermit der Umfang der Section bezeichnet, und so fort mittelst einer Reißfeder und schwarzer Tusche ausgezogen, so werden die oben erwähnten Parallellinien mit der südlichen und westlichen Grenze der Section, in Abständen von 500 zu 500 Ruthen, mit Tusche ausgezogen. — Alle jene Längen müssen eigentlich, wenn sie ganz genau sein sollen, mittelst des Stangenzirkels aufgetragen werden. Besitzt der Detailaufnehmer einen solchen nicht, so muß er zu verschiedenen Malen jede Länge vom Maßstabe abnehmen, und sich durch wiederholtes, höchst sorgsames, Auftragen überzeugen, daß er keinen Fehler beging.

Zum Auftragen der trigonometrisch-bestimmten Punkte muß

1) deren östlicher Abstand von der westlichen Grenzlinie und
2) deren nördlicher Abstand von der südlichen Grenzlinie,

gleichfalls in Ruthen und Ruthentheilen ausgedrückt, gegeben sein.

Besitzt der Detailaufnehmer einen Stangenzirkel, so nimmt er den östlichen Abstand von der westlichen Begrenzungslinie der Section vom verjüngten Maßstabe in jenen Zirkel, und trägt ihn, von den Punkten a und e aus, auf die Linien

a b

a b und e f, z. B. nach i und k, und auf gleiche Weise den nördlichen Abstand von der südlichen Begrenzungslinie, von a und b aus, auf die Linien a e und b f, z. B. nach g und h; verbindet sodann die Punkte g und h wie k und i durch feine gerade Bleistiftlinien, und erhält in deren Durchschnittspunkt, v, die Lage des gegebenen trigonometrischen Punktes.

Besitzt der Detailaufnehmer keinen Stangenzirkel, wie dies häufig der Fall sein dürfte, so kann er zum Auftragen der trigonometrischen Punkte die in Abständen von 500 zu 500 Ruthen gezogenen Parallellinien zur Hilfe nehmen. Gesetzt, für die Lage eines trigonometrischen Punktes sei gegeben:

östlicher Abstand = 1850°
nördlicher Abstand = 2125°

so sucht man die Parallellinie auf, welche von der westlichen Grenzlinie 1500° entfernt ist, es sei l m, nimmt mit dem Handzirkel die Länge von 350° so sorgsam und genau als möglich vom verjüngten Maßstabe ab und trägt sie von den Punkten l und m aus nach k und i, so ist e l + l k = 1500 + 350° = 1850°. — Auf gleiche Weise sucht man die Parallellinie n p auf, welche von der südlichen Grenzlinie der Section 2000° entfernt ist, und trägt von n nach g, wie von p nach h mit dem Handzirkel, die vom verjüngten Maßstabe abgenommene Länge von 125°, so ist a n + n g = 2000° + 125° = 2125°. Verbindet man endlich die Punkte i und k wie g und h mit einander durch eine feine Bleistiftlinie, so bezeichnet der Durchschnittspunkt, v, beider Linien die gesuchte Lage des gegebenen trigonometrischen Punktes.

Endlich kann man aber auch gleich das durch die Parallellinien gebildete Quadrat oder eigentlich die Raute aufsuchen, wohinein der trigonometrische Punkt fallen muß, und nach den Abständen von den Grenzlinien dieser Figur die Lage jenes Punktes bestimmen. Ist z. B. für denselben gegeben:

der östliche Abstand = 2730°
der nördliche Abstand = 1244°

so muß der trigonometrische Punkt in die Raute fallen, welche von den Parallellinien gebildet wird, die von der westlichen Begrenzungslinie der Section 2500 und 3000°, von der südlichen 1000 und 1500° entfernt liegen, also in die Raute q r s t. Ist diese Raute aufgesucht, so trägt man aus den Endpunkten, q und r, ihrer westlichen Grenzlinie 230° nach z und y, und aus den Endpunkten, r und s, ihrer südlichen Grenzlinie 244° nach u und w. Verbindet man wiederum die hierdurch gefun-

denen Punkte, x und y, wie u und w durch feine gerade Bleistiftlinien, so wird deren Durchschnittspunkt, x, die verhältnißmäßige Lage des gegebenen trigonometrischen Punktes bezeichnen.

Das erstere Verfahren verdient indessen vor dem letzteren den Vorzug, denn ist nur ein kleiner Fehler bei Zeichnung der Parallelen vorgefallen, die Reißfeder z. B. nicht überall ganz genau längs der Schärfe des Lineals fortgezogen oder nicht in der Vertikalebene der letztern geführt worden, so wird der trigonometrische Punkt nie eine vollständig genaue Lage erhalten, weil jener Fehler auf die letztere übertragen, ja vielleicht noch vergrößert wird. Auch liegt es in der menschlichen Natur, daß man bei Ziehung mehrerer Linien gleicher Art, von denen man nicht weiß, ob sie überhaupt eine besondere Wichtigkeit erlangen werden, nicht mit solcher Genauigkeit verfährt, als wenn man nur zwei Linien zu ziehen hat, deren Wichtigkeit für die genaue Bestimmung der trigonometrischen Punkte, an welche die ganze Aufnahme geknüpft werden soll, klar genug in die Augen springt.

Die auf eine oder die andere Weise für die Lage der trigonometrischen Punkte gefundenen Durchschnittspunkte werden sogleich mit einem feinen senkrechten Nadelstich bezeichnet und, sobald die Bleistiftlinien ausgerieben sind, mit einem feinen Bleistiftkreis umgeben, damit man sie stets schnell wieder auffinden könne.

Register für die anvisirten u. geschnittenen Punkte.

§. 288. Hiernächst muß ein kleines Buch in Octavformat zur Aufnahme des Registers für die anvisirten und geschnittenen (bestimmten) Punkte, und zwar aus gutem festen Schreibpapier angefertigt werden, weil man es während der ganzen Vermessung täglich gebraucht und bei der Arbeit stets mit sich führen muß. — Wollte man nämlich neben jede Visirlinie den Namen des Objectes mit Bleistift schreiben, so würde man zuletzt auf dem Zeichnenpapier ein Gewirre von Linien und Namen erhalten, oft, wenn z. B. der Bleistift etwas verlöschen sollte, sich nicht daraus zurecht finden können, Verwechselungen begehen und das Zeichnenpapier sehr beschmutzen. Um dies Alles zu vermeiden, giebt man jeder Visirlinie eine Nummer, schreibt dieselbe in jenes Buch, daneben den Namen des dazu gehörigen Nichtobjectes und, wenn letzteres unbenannt oder unbekannt sein sollte, eine genaue Beschreibung desselben. Der letzteren ist indessen die Zeichnung eines Bildes des anvisirten unbekannten oder unbenannten Gegenstandes allemal vorzuziehen, theils weil die Beschreibung nie so genau wie eine Zeich-

nung den gesehenen Gegenstand charakterisiren kann, theils weil man mit der Zeichnung viel schneller fertig wird. Ist die Lage des Punktes, nach dem jene Visirlinie gezogen wurde, durch eine zweite Visirung auf der Tablette bestimmt, so wird der Durchschnittspunkt beider Linien sogleich durch einen feinen senkrechten Nadelstich markirt, nachdem die Visirlinien ausgelöscht sind, mit einem feinen Bleistiftkreis umgeben, und daneben die Nummer der Visirlinie geschrieben. So ist jede Verwechselung unmöglich, und auf dem kleinsten Raume können viele Punkte bestimmt und bezeichnet werden, ohne daß dazu der nöthige Platz mangelte. Ist auch die Form, in der das Register geführt wird, an sich gleichgiltig und von dem Willen eines jeden Topographen abhängig, so dürfte doch die folgende zu empfehlen sein, weil sie einfach ist und weil sich aus ihren beiden letzten Rubriken zugleich ergiebt, welche Zuverlässigkeit der geschnittene Punkt besitzt. Denn sind die Stationsorte, aus denen er anvisirt und geschnitten wurde, bekannt, so kann man aus deren Zuverlässigkeit auf die seinige schließen.

| Nr. | Bezeichnung des Richtobjects. | Stationsort, von dem derselbe | |
|---|---|---|---|
| | | anvisirt. | geschnitten ist. |
| 1. | Kirchthurm von Woitz. | Schloßthurm zu | Von der Gies- |
| 2. | Warnungstafl. nördl. v. Woitz. | Ottmachau. | mannsdorfer Höhe. |
| 3. | Windmühle auf der Ullersdorfer Höhe. | dito. | N. d. Neiss. Rthsth. durch Seitw. abschn. |
| 4. | Windmühle bei Starrwitz. | dito. | Von der Wind- |
| 5. | Wegweis. a. d. Wege n. Nitterwitz. | dito. | mühle auf der Ul- |
| 6. | Hoher Baum bei Nitterwitz. | dito. | lersdorfer Höhe. |

§. 289. Alle von den Einwohnern benannten Terraingegenstände, Berge, Thäler, Wiesen, Bäche, Wälder ꝛc., müssen auf dem Plane, zur leichtern Orientirung beim Gebrauche desselben, wieder benannt und, wenn die Gegenstände mehrere Namen führen, auch die übrigen mit kleinerer Schrift und in Klammern unter den gebräuchlichsten Namen gesetzt werden. Da man alle diese Namen aber eben so wenig dem Gedächtnisse anvertrauen, als gleich mit Bleistift auf die Tablette schreiben darf, wo sie der Gefahr, ausgelöscht zu werden, ausgesetzt wären und auch das Zeichnenpapier zu sehr beschmutzen würden, so muß man ein sogenanntes Namenbuch anfertigen, in welches sie eingetragen werden. Jeder benannte Gegenstand erhält daher auf der Tablette eine Nummer, und zwar mit römischen Ziffern, zur Vermeidung einer Verwechselung mit den Namenbuch.

Nummern der Visirlinien, diese Nummer wird in jenes Buch und daneben der dazu gehörige Name geschrieben. Die Namen, welche man später auf der Tablette ausgeführt hat, werden sofort im Namenbuche gestrichen, damit man deren Nummern wieder benutzen kann, und nicht zu hohe römische Ziffern erhält, welche viel Platz einnehmen.

Arbeitsjournal.

§. 290. Wenn auch die Führung eines Tagebuches oder Arbeitsjournals nicht durchaus nothwendig ist, so gewährt das letztere doch den Vortheil, daß man, wenn es vielleicht wünschenswerth sein sollte, genaue Rechenschaft über die Verwendung der Zeit, den Fortgang der Arbeit, die Hindernisse, welche der letzteren in den Weg getreten, geben und nachweisen kann, wie oft und wozu man Boten und Instrumententräger gebraucht, wann und an wen man dienstlich geschrieben, von wem und wann man dienstliche Mittheilungen erhalten, ꝛc. Auf Grundlage dieses Journals werden die monatlichen Eingaben an den Dirigenten der Vermessung gemacht und die Liquidationen eingereicht. Auch bietet es Gelegenheit dar, die Erfahrungen, welche man im Laufe der Vermessung eingesammelt, niederzulegen, und sich selbst und Anderen dadurch nützlich zu werden. — Die Form dieses Journals zu bestimmen, muß jedem Detailaufnehmer überlassen bleiben, denn sie ist von seinen speciellen Verhältnissen und dem daraus hervorgehenden Bedürfniß abhängig. Doch sei es erlaubt, beispielsweise die Form eines solchen Tagebuchs hier folgen zu lassen, und die Art und Weise, wie es geführt werden muß, wenn es Nutzen bringen soll, anzudeuten.

| Monat. / Datum. | Bote. | Instrum.-Träger. | Briefe. angek. | Briefe. abgeg. | Bemerkungen über den Gang der Arbeit. |
|---|---|---|---|---|---|
| Juni. | | | | | |
| 5. | " | " | " | " | Abends 8 Uhr in Ottmachau angekommen. |
| 6. | " | " | " | " | Morgens. Rücksprache mit der Ortsbehörde über Boten und Instrumententräger; Einziehung von Nachrichten über die Section Ottmachau. Einrichtung des Büreau's. |
| | | | | | Nachmittags. Aufspannen des Zeichnenpapiers; Einrichtung des Arbeitsjournals und Registers für die anvisirten und geschnittenen Punkte. Auspacken und Prüfung der Meßinstrumente. |
| 7. | 1 | " | " | " | Recognoscirung. Auf dem linken Neisse-Ufer ist das Terrain überall frei. Die Hügel |

| Monat. / Datum. | Bote. | Instrum.-Träger. | Briefe. angek. | Briefe. abgeg. | Bemerkungen über den Gang der Arbeit. |
|---|---|---|---|---|---|
| Juni. | | | | | von Ullersdorf gewähren eine gute Umsicht u. werden die Triangulation sehr erleichtern. Die gegebenen Punkte sind fast überall zu sehen; es lassen sich also viele Punkte durch Rückwärtseinschneiden bestimmen. Auf dem rechten Neisse-Ufer ist das Terrain mehr bedeckt, doch lassen sich auch auf ihm hinreichend genug Punkte vom linken Neisse-Ufer aus festlegen. Es ist daher kein Signal nöthig. Zu Quartieren scheinen sich zu eignen: Ullersdorf, Giesmannsdorf, Grunau und Kalkau; ꝛc. |
| 8. | " | ½ Tg | " | 4 | Vormittags. Auftragen der Sectionsgrenzen und trigonometrischen Punkte auf die Tablette. Prüfung der letzteren vom Schloßthurm zu Ottmachau. Die Lage der Punkte Ottmachau, Bilau, Köpernick u. Rathsthurm zu Neisse wurden für richtig erkannt. Ein Gewitterregen hinderte den Beginn der Triangulation. |
| | | | | | Nachmittags. Dem Dirigenten der Vermessungsabth. gemeldet, daß die gegebenen Punkte richtig sind, daß ich mein Quartier nach Ullersdorf verlegen würde u. seine Befehle durch die Ottmachauer Post erwartete. — Dem Besitzer von Ullersdorf schriftlich angezeigt, daß ich in Folge der Vermessung genöthigt sei, morgen mein Quartier zu ihm zu verlegen, und gegen Abend in Ullersdorf eintreffen würde. — Ferner den Landräthen des Neisser und des Grottkauer Kreises meine Ankunft in ihren Kreisen gemeldet. |
| 9. | ½ | ½ | " | " | Beginn der Triangulation. Von Morgens 4—5½ Uhr verhinderten dicke Nebel die Arbeit, dann wurde die Luft klar und durchsichtig. Es ließen sich viele Visirlinien nach allen Richtungen ziehen. |
| " | ½ | ½ | " | " | Nachmittags. Umzug nach Ullersdorf u. gegen Abend Besteigung der dortigen Windmühle. Es ließen sich mehrere Punkte bestimmen. Die Luft war sehr klar und durchsichtig; sämmtliche von hier aus geschnittene Punkte sind daher scharf bestimmt; ꝛc. |
| 21. | 1 | 1 | " | " | Morgens von 5—6 Uhr in der Nähe von Starrwitz gearbeitet; dann durch einen Gewitterregen verscheucht. Um 8 Uhr die Arbeit fortgesetzt; um 10 Uhr abermals vom Regen unterbrochen. Um 12½ Uhr wurde die Arbeit wieder aufgenommen und bis 5½ Uhr Abends fortgeführt; da fiel der Instrumententräger mit dem Meßtische; es brach die Mikrometer-Schraube, und weil dieselbe durch eine neue |

| Monat. / Datum. | Bote. | Instrum.-Träger. | Briefe. angek. | Briefe. abgeg. | Bemerkungen über den Gang der Arbeit. |
|---|---|---|---|---|---|
| Juni. | | | | | in Neisse ersetzt werden muß, so dürften wohl mehrere Rasttage für die Feldarbeit eintreten, und diese Zeit am besten zum Auszeichnen benutzt werden können; ꝛc. |
| August. 1. | 1 | 1 | " | " | Vormittags gegen 10 Uhr näherte ich mich von Kalkau aus dem Dorfe Tanneberg u. wollte mich nach den bequem gelegenen Punkten Ottmachau, Neisse u. Kopernick durch Rückwärtseinschneiden stationiren. Aller Mühe u. oft wiederholter Versuche ungeachtet konnte ich den richtigen Punkt nicht finden. Die Visirlinien von den gefundenen Punkten, die als die richtigsten erschienen, nach bereits bestimmten Objecten, schlugen bei den auf den Meßtisch aufgetragenen gleichnamigen Punkten weit vorbei. Anfänglich ließ sich das Räthsel nicht lösen; später wurde indessen bemerkt, daß der Köpernicker Thurm zwar bis zur größern Hälfte aber nur durch die von der Hitze stark flimmernde Luft am Abhange des steil gebdschten Höpischberges sichtbar war. Ich glaubte daher schließen zu dürfen, daß der Visirstrahl dadurch irritirt werde. Da ich keine andere Stelle zum Stationiren des Meßtisches fand, blieb die Arbeit hier liegen und wurde in der Nähe von Blumenthal fortgesetzt. Gegen Abend nach jenem Punkt in der Nähe von Tanneberg zurückkehrend, ergab sich die Richtigkeit der Vermuthung. Von dem Köpernicker Thurm war jetzt die äußerste Spitze bis etwas unter dem Knopf sichtbar und der auf der Tablette gesuchte Punkt sehr bald gefunden. |

So viel mag genug sein, um zu zeigen, welchen Nutzen und welches Interesse ein sorgsam geführtes Arbeitsjournal selbst noch nach Jahren gewährt, und wie sehr einem jeden zur Vermessung commandirten Officier die Führung eines solchen zu seiner eigenen Belehrung zu empfehlen ist. Die vorstehenden Bemerkungen sind auszugsweise aus meinem Arbeitsjournal vom Jahre 1825 entnommen.

## III. Recognoscirung des aufzunehmenden Terrains.

Zweck der Recognoscirung.

§. 291. Die Recognoscirung hat nicht nur den Zweck, sich eine allgemeine Uebersicht über die Gestaltung des aufzu-

nehmenden Terrains, über die Lage und Entfernung der Orte und ausgezeichneten Richtobjecte zu und von einander in Bezug auf die geometrische Netzlegung zu verschaffen, sondern man will zugleich durch sie eine so lebendige Anschauung von der zu vermessenden Landstrecke sich erwerben, daß man sich innerhalb derselben überall orientiren, mit den Boten und Instrumententrägern, wie überhaupt mit den Eingebornen, verständigen und für die Vermessung selbst einen Plan entwerfen kann. Daher muß man die Namen der Ortschaften, Flüsse, Bäche, See'n, Brücher, Wälder ꝛc., die Straßen, die das Terrain durchschneiden, die Höhen und Thürme, von denen man eine Uebersicht über das umliegende Terrain gewinnen kann, die Orte, welche sich zu Quartieren eignen, ꝛc. kennen lernen; die Form der Thürme ins Auge fassen, und erforschen, ob man sich auf ihnen vortheilhaft mit den Instrumenten aufzustellen und zu arbeiten vermag, oder ob sie zu diesem Zwecke bald und ohne großen Kostenaufwand eingerichtet werden können*); und darauf ganz besonders achten, ob ein Theil des zu vermessenden Terrains durch einen Höhenrücken, einen Wald oder durch ein mit hohen Bäumen bewachsenes Bruch, über welche hinweg man die jenseits gelegenen Richtobjecte nicht sehen kann, von dem anderen Theile abgeschnitten wird. Tritt dieser Fall ein, so müssen auf dem Bergrücken Signale oder auf den Wipfeln einiger ausgezeichnet hohen Bäume Stangen mit Fahnen oder Strohwiepen so errichtet werden, daß man dieselben in beiden Terrainabschnitten sehen, sich danach richten und durch sie die Vermessung des einen an die des andern Terraintheils knüpfen kann. — Bei der Recognoscirung, die wo möglich zu Pferde geschieht, um große Strecken in verhältnißmäßig kurzer Zeit zurücklegen zu können, sucht der Officier zugleich Bekanntschaften mit den Gutsbesitzern, Predigern, Forst- und anderen Beamten anzuknüpfen, und von denselben Erkundigungen dar-

*) Für die Triangulation gewährt es großen Vortheil, wenn man sich auf den Thürmen aufstellen kann. Fast alle Thürme mit sogenannten Laternen (kleinen offenen Kuppeln) sind dazu einzurichten, wenn man die Säulen unten durch kurze Latten und oben durch Stricke verbinden läßt, um sich gegen das Herunterfallen von dem schmalen Raume zwischen den Säulen zu sichern. Kann das Meßtischblatt nicht durch die kleine, gewöhnlich runde, Fallthüre gebracht werden, so wird es in der Ledertasche außerhalb des Thurmes an einem Stricke hinaufgezogen.

über einzuziehen, ob von den Ortschaften und Wäldern des von ihm zu vermessenden Terrains ökonomische, Feldmark- oder Forstcharten vorhanden, und in wessen Hände dieselben sind. An sich haben diese Charten allerdings kein militairisches Interesse, allein sie können, namentlich in einer sehr durchschnittenen oder waldigen Gegend, ihm ein sehr brauchbares und nützliches Material für die Aufnahme werden, manchen Weg ersparen und seine Arbeit sehr erleichtern. — Ist der auszuführenden Vermessung keine trigonometrische Ortsbestimmung vorangegangen, so muß bei der Recognoscirung zugleich die schicklichste Lage für die Standlinie ausgesucht werden.

Bestimmung der Punkte für Signale.

§. 292. Fehlt es der zu vermessenden Gegend auf großen Flächen an natürlichen oder künstlichen Richtobjecten, d. h. an Thürmen, Windmühlen, sehr hervorragenden Schornsteinen, an weit sichtbaren Kreuzen, Wegweisern und Warnungstafeln, an ausgezeichneten Bäumen ꝛc., so ersetzt man diesen Mangel durch Signale, die man in schicklichen Abständen von einander so errichten läßt, daß sie das Terrain in mehrere kleine Dreiecke von bequemer, nahe gleichseitiger, Gestalt zerlegen. Man errichtet sie in der Regel auf hohen Berggipfeln, an den Vereinigungspunkten von Straßen, oder überhaupt auf solchen Punkten, von welchen man entweder eine Fernsicht hat und die man mithin wieder weit sehen kann, oder deren genaue Bestimmung für die Vermessung von besonderem Interesse ist. — Diese Signale, Fig. 156, läßt man am schicklichsten aus hohen jungen Kiefern, Fichten oder Tannen anfertigen. Der Stamm derselben wird abgeschält, damit er im Sonnenschein weiß in die Ferne leuchte, und abgeästet, um sich vor anderen Bäumen auszuzeichnen; nur die Krone behält einige Zweige, wird mit einem großen Strohwiepen versehen, und der so zubereitete Stamm auf dem bestimmten Punkte senkrecht aufgerichtet, wo möglich abgelothet und unten, nachdem er einige Fuß tief eingegraben und fest verdämmt ist, durch Streben unterstützt, damit er der Gewalt eines Sturmes widerstehen könne. — Die Errichtung der Signale fällt den Ortschaften zur Last, auf deren Grund und Boden sie zu stehen kommen. Der recognoscirende Officier muß also dem Schulzen oder der Ortsobrigkeit genau die Stelle bezeichnen, wo das Signal aufgestellt werden soll, angeben, wie es einzurichten ist, und die Zeit bestimmen, bis zu welcher es stehen muß. Kommt ein Signal auf dem Weichbilde einer Stadt zu stehen, so wird der Officier indessen sehr wohl thun, einen Zimmermann oder, wenn derselbe nicht zur Stelle

sein sollte, einen Tischler damit zu beauftragen, weil Beide, mit Arbeiten dieser Art vertraut, dem Signale viel eher eine senkrechte Stellung geben, als Leute, welche ein Geschäft wie dieses vielleicht zum ersten Mal in ihrem Leben verrichten.

Die Recognoscirung wird durch eine Specialcharte sehr erleichtert.

§. 293. Die Recognoscirung einer bergigen Gegend, in der es nicht an dominirenden Uebersichtspunkten fehlt, ist mit keiner Schwierigkeit verknüpft; weit schwieriger wird sie dagegen in einer flachen Gegend, zumal wenn diese von Wäldern und Bruchstreifen eingenommen oder durchschnitten ist, weil fast nirgends über einen größeren Flächenraum eine Uebersicht gewonnen werden kann. Es gehört viel Ortssinn dazu, sich überall leicht orientiren zu können, und viel Ueberblick, um durch das Gewirre von Gegenden, die man um sich herum erblickt, sich nicht irre machen, in der Auffassung des Terrains nicht stören zu lassen. Daher ist es sehr vortheilhaft, bei der Recognoscirung eines solchen Terrains eine Specialcharte zu benutzen. Sie erleichtert ungemein die Orientirung und dient dem Gedächtnisse zum Stützpunkt. — Alle Bemerkungen, die der recognoscirende Officier macht, müssen an Ort und Stelle entweder gleich in die Charte oder in die Schreibtafel eingetragen werden. Sie erst nach der Rückkehr von der Recognoscirung aufzuschreiben, bestraft sich häufig, weil Verwechselungen und Gedächtnißfehler kaum zu vermeiden sind, zumal wenn die Gegend dem recognoscirenden Officier ganz fremd ist.

Wegweisende Boten bei der Recognoscirung.

§. 294. Das der Recognoscirende von einem verständigen, der Gegend kundigen, Boten oder Wegweiser begleitet werden müsse, der die nöthige Auskunft gewähren, alle Fragen: wohin die betreffenden Wege führen, wie die umliegenden Dörfer, Gewässer, Berge, Wälder ꝛc. heißen, richtig und bestimmt zu beantworten vermag, darf wohl kaum erwähnt werden. Am geeignetsten sind zu solchen Führern Leute, die durch ihr Geschäft oder ihre Lebensweise darauf angewiesen sind, sich mit der Gegend bekannt zu machen, wie z. B. Jäger, Hirten, Windmüller, Botenläufer, Postillone und Aufkäufer, in Grenzdistricten oder Gebirgen Leute, die im Rufe stehen, Schleichhändler zu sein, in waldigen Gegenden Holzschläger und Kohlenbrenner, und endlich in wasserreichen Fischer und Wassermüller; fast ganz untauglich zu Wegweisern sind aber Handwerker, deren Gewerbe sie an das Zimmer fesselt, und Bauern oder Leute, die sich nur mit dem Ackerbau beschäftigen, weil sie selten über ihre Feldmark hinauskommen, noch seltener fast frei um sich herumblicken, und kaum das Terrain innerhalb ei-

ner halben Meile um ihren Wohnort herum kennen. Es ist fast unglaublich, wie durchaus unbekannt diese oft in der nächsten Nachbarschaft sind, und wie sie die ihnen hinreichend bekannten Gegenstände nicht wiedererkennen, wenn dieselben ihnen aus entfernten Standpunkten gezeigt werden. Kann man es möglich machen, einen Wegweiser für die ganze zu recognoscirende Gegend aufzufinden, so gewährt dies allerdings große Vortheile, allein es ist besser, an einem Tage 6 Mal die Wegweiser zu wechseln, als einem Manne sich anzuvertrauen, der nicht ganz zuverlässig ist und falsche Auskunft giebt. — Den Wegweiser muß man auf alle mögliche Art und Weise ausfragen, ihn nach und nach von einem Gegenstand auf den andern führen, und nichts unberührt lassen, was zu einer Erörterung führen könnte, die das Geschäft erleichtert. — Oefters ist eine topographische Beschreibung mit der militairischen Vermessung eines Terraintheils verbunden und wird von dem aufnehmenden Officier verlangt, deshalb wird das Wesentlichste aus den Erzählungen der Boten in ein besonderes Manual notirt. Wechselt man die Boten, und legt man jedem die nämlichen Fragen vor, so wird man bald beurtheilen können, in wiefern die eingezogenen Nachrichten zuverlässig sind oder nicht, und es wird nicht schwer fallen, einen richtigen Auszug daraus zu machen. — Im eigenen Lande lassen sich in der Regel gute Führer finden, doch darf man sich diese Boten nie von den Ortsbehörden, ohne eigene Prüfung ihrer Fähigkeiten, stellen lassen, weil diese in der Regel sie aus der niedrigsten Classe der Bewohner, aus der Zahl der armen Einlieger oder Tagelöhner, wählen, bei denen der gute Wille: sich etwas zu verdienen, das Beste ist und sie oft, aus Furcht, nicht zu befriedigen und entlassen zu werden, zu Unwahrheiten in der Benennung der Gegenstände veranlaßt. Im feindlichen Lande ist es dagegen oft mit großer Schwierigkeit verknüpft, geeignete Boten zu finden; es bleibt dann, um zum Zweck zu kommen, nichts weiter übrig, als Belohnungen auf der einen und Drohungen auf der anderen Seite. —

Entwurf des Arbeitsplans.

§. 295. Ist die Recognoscirung so sorgfältig als möglich ausgeführt, hat der Officier sich eine klare Anschauung von der Gestaltung des Terrains und von der Lage der Richtobjecte verschafft, sich bemerkt, welche Richtobjecte von den verschiedenen Uebersichtspunkten, auf denen er sich mit den Instrumenten aufstellen will, zu sehen sind, so hat er nicht nur dem Geschäft der geometrischen Triangulation und Detailaufnahme ungemein vorgearbeitet, sondern sich auch in den Stand gesetzt,

viele Verlegenheiten zu umgehen, in welche ihn die Unbekanntschaft mit dem Terrain verflechten müßte; ja man kann sagen, daß durch eine gute Recognoscirung und den danach zweckmäßig entworfenen Arbeitsplan die halbe Arbeit schon geschehen sei. Was aber den Arbeitsplan betrifft, so muß derselbe so angeordnet werden, daß man auf dem Terrain, welches eine freie Umsicht gewährt, die Triangulation und Detailaufnahme beginnt, das bedeckte und durchschnittene Terrain dagegen, wenn es möglich ist, auf allen Seiten umkreiset, in ihm vom freien Terrain aus so viel Richtobjecte, als irgend zu erlangen sind, bestimmt und nicht eher in dasselbe hineingeht, bis man sich seiner Grenzen und einer hinlänglichen Anzahl sicherer Stützpunkte in ihm versichert hat.

## IV. Ausmessung der Standlinie (Basis) oder irgend einer geraden Linie.

Lage der Standlinie.

§. 296. Ist einer auszuführenden militairischen Vermessung keine trigonometrische Ortsbestimmung vorangegangen, so muß nach §. 250. unmittelbar nach der Recognoscirung eine Standlinie oder Basis, zur Grundlage des geometrischen Netzes, ausgemessen oder deren Länge auf irgend eine andere Weise bestimmt werden. Am schicklichsten legt man dieselbe auf einen möglichst ebenen, fast horizontalen Boden, weil dann der horizontale Abstand ihrer Endpunkte leichter zu messen und genau zu ermitteln ist; hoch, damit man von ihren weit sichtbaren Endpunkten aus fern um sich herum sehen könne; und in einer günstigen Stellung gegen mehrere ausgezeichnete Richtobjecte, damit deren Lage scharf bestimmt werden kann. Sind die Endpunkte der gewählten Standlinie nicht durch weit sichtbare natürliche Richtobjecte bezeichnet, so errichtet man in ihnen Signale. Gern giebt man ihr dessen ungeachtet eine solche Richtung, daß ihre Verlängerungen auf hohe natürliche, wo möglich die Gegend beherrschende, Richtobjecte, wie z. B. hohe Kirchthürme, Windmühlen, ausgezeichnete Bäume ꝛc. treffen. Dadurch wird nicht nur das Abstecken der Standlinie sehr erleichtert, sondern man kann auch später ihr Alignement immer wieder leicht auffinden, sich darin mit dem Meßtisch oder anderen Instrumenten aufstellen, dieselben orientiren und das Alignement zu verschiedenen Zwecken mit großem Vortheil benutzen. —

Ist man in gebirgigen Gegenden genöthigt, eine sehr hohe Standlinie zu wählen, die Terrainhindernisse wegen nicht wohl unmittelbar ausgemessen werden kann, so nimmt man in einer

ebenen Gegend, von welcher aus die Endpunkte jener Linie zu sehen sind, eine andere Standlinie an, mißt dieselbe, trägt sie nach dem verjüngten Maßstabe auf den Meßtisch und bestimmt aus ihren Endpunkten (§. 319.) jene beiden hoch gelegenen Punkte, von welchen aus sodann die Triangulation bewirkt wird. —

Wenn auch an sich die Lage der Standlinie zu dem zu vermessenden Terrain willkürlich ist, so ist es doch zweckmäßig, sie in der Mitte desselben anzunehmen, damit an die Basis, nach beiden Seiten hin, gleich viel Triangelreihen der herumliegenden Nichtobjecte angeknüpft werden können, wodurch sich die der Meßtischaufnahme eigenthümlichen Fehler beim Fortgange der Arbeit, von neuen Standlinien*) aus, weniger anhäufen, als dies geschehen würde, wenn die Basis auf einer Grenze der aufzunehmenden Gegend liegt, und alle Triangel auf einer Seite derselben an einander gereiht werden.

Aus der Lage der Basis zum zu vermessenden Terrain und zu den Himmelsgegenden wird sich leicht beurtheilen lassen, wie die Lage der verjüngten Standlinie auf dem Meßtische anzunehmen ist, ob näher der Mitte oder näher dem Rande, und in welcher Richtung zur wahren oder magnetischen Nordlinie, um die ganze Aufnahme auf die Tablette bringen und richtig orientiren (§. 193. u. 250.) zu können.

Länge der Standlinie.

§. 297. Die Länge der Standlinie muß mit den Schenkeln der Triangel, die von ihr aus gemessen werden sollen, im Verhältniß stehen, d. h. sie muß möglichst groß sein, wenn die Nichtobjecte fern liegen, damit die Winkel an der Spitze des Dreiecks nicht kleiner als 60° werden; denn je kürzer die Grundlinie ist, desto spitzer werden natürlich die Winkel an den entfernt liegenden Nichtobjecten. Sie darf aber auch nicht zu lang angenommen werden, wenn die Nichtobjecte verhältnißmäßig nahe liegen, denn sonst tritt der entgegengesetzte Fehler ein, und die Winkel an den Nichtobjecten werden zu groß. — Sind die Winkel kleiner als 60 oder größer als 120°, was dasselbe sagen will, so laufen die Bleistiftlinien, welche längs des Diopterlineals gezogen werden, um die Visirstrahlen nach jenen Punkten auf der Tablette zu verzeichnen, zu weit

*) Der Punkt, über welchen man das Instrument bei der Messung aufstellt, wird Standpunkt oder Stationsort, und jede gerade Linie, die zwei solcher Punkte mit einander verbindet, Standlinie genannt.

über einander fort, und es läßt sich ihr Durchschnitts- oder der gesuchte Punkt nicht genau bestimmen. — Wo es sich also möglich machen läßt, giebt man der Standlinie nach dem Augenmaße eine solche Länge, daß sie mit mehreren entfernten Richtobjecten nahe gleichseitige Dreiecke bildet. — Gebietet indessen eine ungünstige Terrainformation oder Lage der Richtobjecte Abweichungen von dieser Regel, so ist um so größere Vorsicht in der geometrischen Construction der Winkel nöthig, wenn nicht bedeutende Fehler bei Bestimmung der Durchschnittspunkte entstehen sollen.

Die Messung gerader Linien kann direct. od. indirect geschehen.

§. 298. Eine jede gerade Linie kann auf zwiefache Weise gemessen werden; entweder **direct** (unmittelbar), wenn man in gerader Richtung von einem Endpunkte derselben bis zum anderen ihre Länge mit Distancenmessern ermittelt, oder **indirect** (mittelbar), wenn man auf Umwegen, durch geometrische Construction oder trigonometrische Berechnung, ihre Länge bestimmt. Die directe Messung kostet in der Regel viel Zeit und ist sehr häufig, Terrainschwierigkeiten wegen, ohne große, oft kostspielige, Vorbereitungen nicht ausführbar. Deshalb wendet man in vielen Fällen und, wenn bei militairischen Vermessungen die Länge einer Basis bestimmt ist, fast ausschließlich nur die indirecte Distancenmessung zur Bestimmung der Länge aller wichtigeren Linien an.

### A. Directe Messung einer geraden Linie.

Nothwendigkeit, eine direct. zu messende Linie durch Zwischenpunkte zu bezeichnen.

§. 299. Soll aber eine Standlinie oder eine andere lange gerade Linie direct gemessen werden, so muß dieselbe, wenn auch ihre Endpunkte durch ausgezeichnete Richtobjecte oder Signale markirt sind, vorher abgesteckt, oder durch Zwischenpunkte bezeichnet werden, damit man beim Fortgange der wirklichen Messung mit der Kette, mit Maßstäben oder anderen Distancenmessern nicht fürchten darf, die Richtung der geraden Linie zu verlieren, welches besonders auf solchen Stellen unvermeidlich sein würde, auf denen man, von Terrainwölbungen oder anderen Gegenständen verhindert, beide Endpunkte der Basis nicht sehen kann.

Mittel zum Abstecken gerader Linien.

§. 300. Gewöhnlich bedient man sich zur Bezeichnung der Zwischenpunkte der sogenannten Flucht- oder Absteckestäbe, oder der Meßfahnen (Packen, Jalons).

1. Die Fluchtstäbe sind gerade, aus leichtem Holze geschnittene, cylindrische, etwa 1″ starke und 10 bis 15′ lange Stäbe oder Stangen, die an ihrem unteren Ende mit einem

1. Fluchtstäbe und Zwischensignale.

eisernen Schuh, zum bessern Einstecken in den Erdboden, versehen sind. In der Regel behalten sie ihre weiße Holzfarbe und werden erst auf dem Stationsorte von irgend einem Tischler angefertigt, damit man ihres Transportes überhoben ist. Muß man sie aber viel, namentlich im durchschnittenen oder Waldterrain, gebrauchen, so thut man wohl, sie mit zwei grell von einander abstechenden Oelfarben, wie z. B. Roth und Weiß, oder Schwarz und Weiß, anstreichen zu lassen, damit sie sich scharf abzeichnen und aus der Ferne deutlich in die Augen fallen. Sind sehr lange Linien zu bezeichnen, so bedient man sich statt ihrer größerer, etwa 2″ starker 20 bis 30′ langer Stangen oder junger Bäume von Nadelholz, die abgeschält und oben mit einer Tafel oder runden Scheibe mit dachförmiger Spitze oder mit einem starken Strohwieven versehen sind, um aus der Ferne erkannt werden zu können. Sie werden dann gewöhnlich Zwischensignale genannt.

a. Meßfahnen.

2. Die Meßfahnen sind Fluchtstäbe, die an ihrem oberen Ende mit einem rothen oder schwarz und weißen Fähnchen versehen sind. Sie sind brauchbarer als die Fluchtstäbe, weil sie weiter gesehen werden können, da die im Luftzuge flatternden Fähnchen sie dem Auge bemerkbarer machen.

Abstecken gerader Linien.

§. 301. Beim Abstecken einer geraden Linie müssen folgende Fälle unterschieden werden:

1. Wenn man sich an den Endpunkten aufstellen kann.

a. Wenn man sich an den Endpunkten derselben aufstellen, und von einem den andern sehen kann. Zunächst untersucht man, ob die Endsignale genau vertikal stehen, bei Messung einer Standlinie mit einem Bleilothe, bei weniger wichtigen Längenmessungen nach dem Augenmaße dadurch, daß man zu ermitteln sucht, ob die Signalstangen mit dem Rande des sichtbaren Horizonts rechte Winkel beschreiben. — Ist die Stellung der Signale nicht genau senkrecht, so wird sie mit großer, ja peinlicher Sorgfalt rectificirt, weil sonst Fehler unvermeidlich sind. — Hierauf stellt sich der Aufnehmende einige Schritte hinter das Endsignal, visirt mit einem Auge oder besser mit einem Fernrohre bei demselben vorbei und so nach dem andern, daß die Visirlinie die beiden Signale auf ein und derselben Seite berührt, und läßt einen Gehilfen in einer beliebigen Entfernung, etwa 100 bis 200 Schritt vom ersten Signal, einen Fluchtstab (eine Meßfahne) senkrecht so aufstellen, daß derselbe auf eben jener Seite von der Visirlinie tangirt wird. Hat der Stab eine solche Stellung erhalten, oder steht er mit den Endsignalen in einer vertikalen Ebene, so sagt man, die Stäbe

decken sich. — Um dem Gehilfen das Einrichten des Stabes in das Alignement der Endsignale zu erleichtern, verabredet man mit ihm Zeichen mit der aufgehobenen Hand, wonach er die Stäbe vor oder zurück stellt. Z. B. winkt man mit der linken Hand, so soll der Stab mehr links, mit der rechten Hand mehr rechts gerückt werden; bewegt man die rechte Hand in vertikaler Richtung niederwärts, so zeigt dies an, daß der Stab sich in der Vertikalebene der Endsignale befinde, und nun lothrecht in den Erdboden eingedrückt werden kann; winkt man dagegen in vertikaler Richtung aufwärts, so will man dadurch bemerklich machen, daß der Stab nicht richtig stehe, und wieder herausgehoben werden müsse. — Befindet sich der Gehilfe in so großer Ferne von dem Aufnehmenden, daß er nicht mehr deutlich dessen Zeichen mit der bloßen Hand sehen kann, so winkt man mit einem weißen Tuch oder mit dem Hut. Daß der Gehilfe beim Einrichten der Stäbe Front gegen den Aufnehmenden machen müsse, darf wohl kaum erst erwähnt werden. Damit er aber das 2te Endsignal nicht verdecke und der einzurichtende Stab von ihm senkrecht gehalten werde, hält er denselben mit ausgestrecktem Arm und so zwischen dem Daumen und Zeigefinger frei über dem Boden schwebend, daß der Stab vermöge seiner Schwere vertikal hängt. — Das Einrichten der Zwischensignale wird sehr erleichtert, wenn man sich so fern hinter das erste Signal stellt, daß man an beiden Seiten desselben vorbei visiren kann, und wenn man überhaupt das Auge nicht zu nahe an die Stange bringt. Legt man es an die letztere, so verdeckt sie einen großen Raum, und der Fluchtstab wird schon gedeckt, wenn er noch nicht genau eingerichtet ist. Ebenso ist es vortheilhaft, nicht fern über dem Boden an dem Signal vorbei zu visiren, weil, wenn dasselbe, oder die Zwischenstäbe nicht genau senkrecht stehen, die Abweichung aus der Vertikalebene je näher dem Boden, desto geringer ist. —

Auf gleiche Weise wie das erste Zwischensignal werden alle folgenden eingerichtet; — doch kann der Gehilfe schon den 2ten Zwischenstab nach dem bereits stehenden 1sten und dem Endsignal vorläufig aligniren, so daß der Vermessende nur nöthig hat, die Stellung desselben, wie aller folgenden, die eben so errichtet werden, zu controlliren. Ist die Linie sehr lang, so setzt der Vermessende von einem Endsignal aus das beschriebene Verfahren so lange fort, wie es sich noch mit Sicherheit ausführen läßt, geht dann zum andern Endsignal, beginnt

hier die Arbeit wie am ersten, und führt sie wo möglich so lange fort, bis in der Mitte der Linie beide Reihen der Absteckestangen zusammentreffen. — Ist dies nicht zu erreichen, so geht man zu der vorletzten der aufgestellten Zwischenstangen und führt von hier aus die Arbeit, so weit es thunlich ist, fort, sodann zum vorletzten Zwischenpunkt der vom ersten Endsignal eingerichteten Reihe der Zwischenstäbe, und auf diese Weise alignirt man abwechselnd von der Seite des einen oder des andern Endsignals die Fluchtstäbe, bis die ganze Linie abgesteckt ist. — Nie geht man aber von Hause aus von einem Zwischensignal zum andern, um nach ihm und einem Endsignal die folgenden Zwischenpunkte einzurichten, weil dadurch nicht nur leicht Fehler entstehen, sondern auch die entstandenen Fehler desto bedeutender werden, je länger die Linie ist, und je weiter man sich vom Anfangspunkte derselben entfernt.

Ist die ganze Linie abgesteckt, so geht der Aufnehmende von einer Zwischenstange zur andern, controllirt, ob die Stellung derselben senkrecht und richtig ist, visirt vorwärts und rückwärts an ihnen vorbei nach beiden Endsignalen, sieht, ob alle sich genau unter einander und mit den Signalen decken, und nimmt die etwa nöthige Correction vor. Diese muß jedenfalls dann eintreten, wenn der Visirstrahl von einer dieser Zwischenstangen zur andern eine derselben unberührt läßt. — So einfach das Geschäft des Absteckens einer geraden Linie auch erscheinen mag, mit so großer Schwierigkeit ist es verknüpft, wenn es fehlerfrei ausgeführt werden soll. Man kann mithin dabei kaum peinlich genug sein.

b. Wenn man sich an den Endpunkten nicht aufstellen kann.

§. 302. — b. Wenn man zwar von einem Endpunkte der gegebenen geraden Linie den andern sehen, sich aber an denselben nicht aufstellen kann, sei es daß Terrainhindernisse es verwehren, oder daß die in den Endpunkten vorhandenen Objekte so dick sind, wie z. B. Kirchthürme, daß man nicht hinter sie treten kann, so wählt man zwischen den beiden Endpunkten, A und B, Fig. 157, irgend einen beliebigen Punkt, a, der dem Anscheine nach in jene gerade Linie fällt, oder derselben doch möglichst nahe liegt, und steckt hier eine Meßfahne senkrecht in den Boden, schickt einen Gehilfen etwa 200 Schritt gegen einen der Endpunkte, B, nach b vor, von wo aus er den andern Endpunkt, A, noch sehen kann, richtet seine Meßfahne genau auf B ein, und läßt sie lothrecht in den Boden stecken, so werden die Fahnen a und b mit dem Endpunkt B in einer geraden Linie stehen. — Hierauf läßt man

durch

durch den Gehilfen die Meßfahne, die man selbst trägt, in a′ auf den andern Endpunkt, A, einrichten, alignirt sodann wieder die des Gehilfen in b′ auf den Endpunkt B, und fährt auf diese Weise wechselseitig so lange fort, bis beide Meßfahnen, in a‴ und b″ stehend, wenn man vor- und rückwärts bei ihnen vorbei visirt, die Endpunkte A und B decken, folglich mit ihnen in gerader Linie sich befinden, und alle vier Punkte in einer Vertikalebene liegen.

Müssen mehrere als die beiden schon bezeichneten Zwischenpunkte a‴ und b″ abgesteckt werden, so geschieht dies von der Meßfahne a‴ aus über b″ in der Richtung auf den Endpunkt B und von der Meßfahne b″ aus über a‴ in der Richtung auf den Endpunkt A, ganz auf die eben beschriebene Weise. — Ist eine hinreichende Anzahl von Zwischenpunkten durch Meßfahnen oder Fluchtstäbe bezeichnet, so geht man wieder längs der abgesteckten Linie fort, untersucht, ob jeder Stab genau in das Alignement der Endpunkte eingerichtet und vollkommen vertikal aufgestellt ist, und besorgt nöthigenfalls die Correction derselben.

c. Wenn von einem Endpunkt der andere nicht zu sehen ist.

§. 303. Befindet sich in einem sehr hügligen Terrain, in dem man keine Ebene zur Standlinie ermitteln kann, auf dem dazu geeignetsten Raum, ein Bergrücken oder eine hohe Terrainwelle, so zwischen den beiden Endpunkten derselben, daß man

c. von dem einen Endpunkt der bezeichneten Linie nicht zum andern sehen kann, so stellt man sich mit zwei Gehilfen auf die Crete der Terrainerhöhung dem Anscheine nach entweder in, oder doch möglichst nahe jener Linie, und läßt die Gehilfen von der Crete, a, Fig. 158, in der Richtung auf die Endpunkte, A und B, bergabgehen. Wenn jeder von ihnen in b und c angekommen, noch eben etwas mehr als die Flagge der Meßfahne des andern sehen kann, so läßt man sie halten, und richtet zunächst die Meßfahne des einen, dann die des andern auf die Endpunkte der gegebenen Linie von a aus ein. Hierauf läßt man die Meßfahne, welche man selbst trägt, durch einen Gehilfen auf die des anderen aligniren, so daß die Punkte b a′ c eine gerade Linie bilden; alignirt dann wieder die Meßfahnen, zuerst die des einen Gehilfen, in b′, auf B, sodann die des andern, in c′, auf A, läßt seine Meßfahne wieder durch einen Gehilfen in a″ auf die des anderen einrichten, und setzt dies Verfahren wechselseitig so lange fort, bis endlich alle drei Meßfahnen sich unter sich, und immer

je zwei und zwei mit den Endpunkten decken, und folglich alle 5 Punkte, A, c'''', a'''', b'''' und B, in einer geraden Linie oder vertikalen Ebene liegen.

So langwierig dies Verfahren auch zu sein scheint, so kann es doch durch practische Kunstgriffe sehr abgekürzt werden; z. B. wenn man anfänglich die Gehilfen nicht genau auf die Endpunkte einrichtet, sondern sie etwas über die Richtungslinie hinaus, gegen die gegebene Linie, AB, zu, gehen läßt; zuerst mehr, je näher man aber der wahren Linie kommt, desto weniger. Hierdurch wird die Zahl der Aufstellungen sehr vermindert. Noch schneller kommt man zum Zweck, wenn bei einiger Uebung der Gehilfen sich alle drei Meßfahnen gleichzeitig auf das Alignement der gegebenen Linie zu vorbewegen, und die Gehilfen dabei ihre Fahnen auf einander und auf die mittelste einrichten, und wenn man dann erst, wenn sie der gegebenen Linie ziemlich nahe gekommen sind, das oben beschriebene genaue Einrichten in Anwendung bringt.

Sind die drei Fahnen mit den Endpunkten genau alignirt, so steckt man von ihnen aus die Standlinie zuerst nach dem einen, dann nach dem andern Endpunkte zu ab, und verfährt dabei ganz so, wie es oben angegeben ist.

Benutzung d. Meßtisches u. Astrolabiums zum Alligniren zwischen 2 Punkten.

§. 304. Das Einrichten in das Alignement einer gegebenen Linie kommt im Laufe einer Vermessung sehr häufig vor, nicht sowohl um solche Linien direct zu messen, als sich in ihnen mit dem Meßtische oder mit anderen Instrumenten zu stationiren, und auf eine bequeme Art den Standort und andere seitwärts gelegene Punkte zu bestimmen. Es ist daher von großer Wichtigkeit, Uebung im raschen Auffinden des Alignements zu besitzen, und die Mittel zu kennen, welche am schnellsten zum Zwecke führen, wenn man sich zwischen den Endpunkten der gegebenen Linie aufstellen muß. —

Mit dem Meßtische, wie mit dem Astrolabium, kann man sich sehr leicht ohne Gehilfen aligniren, wenn man das Instrument dem Anscheine nach im Alignement jener Linie, AB, Fig. 159, oder demselben möglichst nahe so in einem beliebigen Punkt, C, horizontal aufstellt, daß man beide Endpunkte sehen kann. Hierauf steckt man in die Tablette des Meßtisches zwei Stationsnadeln, fast um die Länge des Diopterlineals von einander entfernt, legt das letztere an dieselben und richtet, indem man nach dem einen Richtobjecte im Endpunkte A visirt, den Meßtisch vermittelst der Mikrometerschraube genau auf dasselbe ein. Darauf wendet man das Diopterlineal

um, und bringt es so an die Nadeln, daß das Objectivdiopter auf die Stelle zu stehen kommt, wo vorher das Oculardiopter stand, visirt durch beide Diopter, und sieht, ob die Sehelinie a b' das Object im anderen Endpunkt, B, trifft. Schlägt indessen die Visirlinie bei diesem vorbei, so steht man nicht im Alignement der gegebenen Linie, und muß, je nachdem das Haar des Objectivdiopters, rechts oder links, vom zweiten Endpunkt abweicht, seinen Meßtisch mehr vorwärts nach D oder zurück rücken. — Ist dies geschehen, so wiederholt man das vorige Verfahren, und setzt es, den Meßtisch vor- oder zurückrückend, so lange fort, bis endlich in E, der Faden des Objectivdiopters beim Vor- und Rückwärtsvisiren beide Endpunkte der gegebenen Linie deckt. Dann befindet man sich genau im Alignement beider Punkte, und kann auf die oben beschriebene Weise zur Absteckung der geraden Linie übergehen.

Mit dem Astrolabium verfährt man wie mit dem Meßtische. Da seine Diopter aber doppelt durchbrochen sind, so ist eine Umwendung derselben nicht nöthig, sondern man darf nur, wenn die Versicherungsdiopter auf den einen Endpunkt der gegebenen Linie eingerichtet sind, durch diese rückwärtsvisiren, um sich zu überzeugen, ob das Haar des Objectivdiopters auch das Object des anderen Endpunktes schneide.

§. 305. Die Bouſſolen gewähren zwar den großen Vortheil, daß man sich nach gehöriger Vorbereitung mit ihrer Hilfe in ein Alignement zwischen 2 gegebenen Punkten auch dann schnell einrichten kann, wenn man nur den einen derselben sieht, allein sie gestatten in Bestimmung des Alignements nicht die Genauigkeit, die der Meßtisch und das Astrolabium gewähren. Will man eine der verschiedenen Bouſſolen zu diesem Zwecke benutzen, so stelle man sich in einem Endpunkt, A, Fig. 160, der gegebenen Linie, oder in deren Verlängerung, etwa im Punkte a, auf, und ermittele den Winkel, den die gegebene Linie mit der magnetischen Nordlinie macht. Ist der Declinationswinkel derselben gefunden, er sei z. B. 25° westlich, so verfügt man sich mit dem Instrumente nach dem Ort, auf welchem man sich ins Alignement jener Linie einrichten will, stellt das Instrument auf dem Punkt b, so nahe als möglich dem Alignement, horizontal und so auf, daß die Magnetnadel wieder auf 25° einspielt, so wird die Diopterebene, b c, parallel der gegebenen Linie, AB, liegen. Nun beurtheile man, um wie viel Schritt ein in der Visirebene gelegener Punkt, c, vom Endpunkt, B, entfernt liegt, nähere

Benutzung d. Bouſſolen zu eben jenem Zweck.

sich um eben so viel Schritte der gegebenen Linie, stelle dort in b′ abermals das Instrument horizontal auf, und lasse die Magnetnadel auf 25° westlich einspielen. Trifft die Visirlinie, b′ c′, durch die Diopter auch noch nicht den Endpunkt, B, der gegebenen Linie, so liegt sie doch wiederum mit derselben parallel und schon um Vieles näher. Durch Wiederholung des beschriebenen Verfahrens rückt man dem Alignement der Punkte, AB, immer näher, und findet endlich einen Punkt, b″, von welchem aus, bei richtiger Stellung der Bousole, die Visirlinie durch die Diopter den Endpunkt, B, der gegebenen Linie trifft.

d. Von einem gegeb. Punkte aus eine gerade Linie in beliebig. Richtung abzustecken.

§. 306. Endlich kann wohl der Fall vorkommen, daß

**d. von irgend einem Punkte aus nach einer beliebigen Richtung hin eine gerade Linie abgesteckt werden soll.** Hat der Vermessende es in seiner Gewalt, **den Punkt selbst zu wählen**, so wird er ihn wo möglich so bestimmen, daß er im Alignement zwischen zwei entfernten ausgezeichneten Richtobjecten, wie a, Fig. 161, zwischen den Richtobjecten, A und B, oder in der Verlängerung eines solchen Alignements, wie c in der Verlängerung des Alignements CD, oder wie e in der Verlängerung des Alignements EF, liegt, weil dadurch schon die Lage der abzusteckenden Linie bestimmt ist, und er nur noch nöthig hat, auf die beschriebene Weise die Zwischenpunkte einzurichten.

Ist **der Punkt**, von dem aus die gerade Linie abgesteckt werden soll, **gegeben**, dem Vermessenden aber überlassen, die Richtung der letzteren zu bestimmen, so wird er sie, wenn die Umstände es irgend gestatten, zur Erleichterung seines Geschäfts gleichfalls so wählen, daß sie im Alignement von dem gegebenen Punkt auf irgend ein deutlich **und scharf begrenztes Richtobject liegt.** — Erlauben es die besonderen Verhältnisse indessen nicht, der abzusteckenden Linie eine solche Lage zu geben, so wird die größte Vorsicht nöthig, wenn sie vollkommen gerade werden soll. Zunächst errichtet man im gegebenen Punkt eine lothrechte Signalstange, in einer mäßigen Entfernung, etwa 100 bis höchstens 200 Schritt von diesem, eine Meßfahne senkrecht, und alignirt nach dieser und dem Endsignale, etwa 100 Schritt weiter, eine zweite Meßfahne, geht zu dieser, controllirt, ob beide Fahnen genau senkrecht stehen, und indem man rückwärts bei ihnen vorbeivisirt, ob sie sich mit der Signalstange genau decken. Ist ihre Stellung als vollkommen richtig erkannt, so begiebt man sich nach dem Endsignal zurück, und richtet von ihm aus, bei der ersten

und zweiten Meßfahne vorbeivisirend, eine dritte, vierte, fünfte u. s. w. ein. Wird die Entfernung zuletzt so groß, daß man vom Endsignale aus das Einrichten neuer Stäbe nicht mehr bewirken kann, so richtet man die nächstfolgenden nach den bereits stehenden, rückwärtsvisirend, ein. Wird die Linie bedeutend lang, so erfordert die Arbeit die größte Aufmerksamkeit, wenn sich nicht Fehler einschleichen sollen, die mit der zunehmenden Zahl der gesetzten Meßfahnen an Größe und Bedeutsamkeit gewinnen, zumal wenn das Terrain uneben ist, und man nicht die ganze Linie mit einem Blick übersehen kann. In den meisten Fällen wird die Linie eine Kurve werden, zumal wenn man nur an einer Seite der Meßfahnen vorbeivisirt. Um dies zu vermeiden, muß man daher von Zeit zu Zeit längs der abgesteckten Linie fortgehen und sich durch Vor- und Rückwärtsvisiren überzeugen, daß jede einzelne Meßfahne vollkommen richtig steht. Je mehr Stäbe man vom Anfangspunkte aus setzt, und je entfernter man die übrigen von einander errichten kann, desto zuverlässiger wird in der Regel die Arbeit. —

Ausführung der directen Längenmessung.

§. 307. Ist die Linie, deren Länge direct gemessen werden soll, abgesteckt, so wird die Messung selbst mit der Meßkette oder mit irgend einem anderen Distancenmesser ganz in der Art ausgeführt, wie es oben in den §§. 230., 233., 234. und 235. näher angegeben wurde. Nur ist noch zu bemerken, daß die Zwischensignale, Meßfahnen oder Fluchtstäbe, sobald man sich ihnen nähert, so lange ausgehoben werden, bis man genau über das Loch, in dem sie steckten, hinweggemessen hat. Ist letzteres geschehen, so werden sie sofort wieder an derselben Stelle und genau im Alignement der zu vermessenden Linie errichtet, und bleiben so lange stehen, bis die ganze Längenmessung vollendet ist, und ein zufriedenstellendes Resultat gegeben hat. Die Endsignale werden indessen auch dann nicht herausgenommen, wenn die gemessene Linie als Standlinie dienen soll, um noch ferner benutzt werden zu können. Erst nach Vollendung der ganzen Vermessung verlieren sie ihren Werth.

### B. Indirecte Messung einer geraden Linie oder ungangbarer Entfernungen.

Vorbemerkung.

§. 308. Hohe Thürme, die fast überall auf dem zu vermessenden Terrain zu sehen sind, zu Endpunkten der Basis zu bestimmen, ist ungleich vortheilhafter, als sich mit Signalen

zu begnügen. Mögen die letzteren auch auf noch so gut gewählten Punkten stehen, so werden sie doch nie aus so großer Ferne, und so scharf bestimmt, erblickt, als die um vieles stärkeren Thürme, welche außerdem noch, wenn sie nicht mit gewöhnlichen Schindeln oder unangestrichenen Brettern*) bekleidet sind, durch ihre verschiedenen, hellen und dunklen Farben lebhafter in die Ferne leuchten. Wählt man aber Thürme zu Endpunkten der Basis, so wird man sehr häufig ihre Entfernung von einander, Terrainhindernisse wegen, nicht direct messen können. Nächstdem giebt es aber auch sowohl während einer Vermessung im Frieden, als im Kriege, viele Fälle, in denen es höchst wünschenswerth ist, die Entfernung zweier Punkte von einander, zwischen welchen sich Hindernisse befinden oder zu denen man nicht kommen kann, zu bestimmen. Wir müssen uns daher die Mittel vergegenwärtigen, und deren giebt es viele, durch welche man dennoch den gewünschten Zweck erreichen kann. Es sind besonders folgende Fälle zu unterscheiden.

Wenn man nur zu einem Endpunkt der zu mess. Linie gelangen und sich auf demselben aufstellen kann.

§. 309. — 1. Wenn man nur zu einem Endpunkt der zu messenden geraden Linie gelangen und sich auf demselben, mit dem Meßtische aufstellen kann, so errichte man den letztern vollkommen horizontal über jenen Punkt, A, Fig. 162, stecke in die Tablette eine Stationsnadel, lege das Diopterlineal daran, visire nach dem andern Endpunkt, B, und ziehe längs der Schärfe des Lineals eine feine Bleistiftlinie, a b. Hierauf wähle man seitwärts der angenommenen geraden Linie ein beliebiges Alignement, AC, in dem man mit Distancenmessern eine Längenmessung ausführen kann, und welches am Horizont durch einen Punkt, C, bezeichnet ist, richte das Diopterlineal auf den letztern, und ziehe längs der Schärfe desselben die Visirlinie, a c, auf der Tablette. Jetzt verlasse man den Standort, A, und gehe im Alignement, AC, so weit fort, bis man einen Ort, D, gefunden, von welchem aus man den Punkt B deutlich und scharf sehen kann und der dem Anscheine nach von A eben so weit entfernt liegt, wie

*) Mit unangestrichenen Schindeln u. Brettern bekleidete Thürme sind, namentlich in waldigen Gegenden, über welchen an heißen Tagen in der Regel ein grauer oder blauer Dunst schwebt, ihrer grauen Farbe wegen sehr schwer zu sehen. Oft erblickt man sie in der Entfernung einer Meile nur dann, wenn sie zum Theil hell von der Sonne beleuchtet, zum Theil beschattet sind, oder wenn sie einen sehr dunklen Hintergrund haben, von dem sie sich durch ihre hellere Farbe gleichsam ablösen. (Vergl. §. 373.)

B von A. Hier errichte man genau im Alignement, AC, eine Signalſtange, ſtecke die Linie AD ab, und meſſe dieſelbe. Iſt dies geſchehen, ſo entferne man die Signalſtange aus D, trage nach dem verjüngten Maßſtabe die Entfernung AD auf den Meßtiſch und die Viſirlinie a c von a nach d, ſtecke in den hierdurch gefundenen Punkt eine Stationsnadel, errichte den Meßtiſch ſo in D, daß der Punkt d vertikal über D zu liegen kommt, und orientire ihn nach A (§. 185.). Endlich lege man das Diopterlineal an die Stationsnadel, viſire nach B, und ziehe die Viſirlinie d b, ſo wird dieſelbe gehörig verlängert die Linie a b in irgend einem Punkt, b, ſchneiden, und dieſer die verhältnißmäßige Lage des geſuchten Punktes beſtimmen, mithin die Entfernung, a b, im verjüngten Maßſtabe den Abſtand des Punktes, A von B, angeben, und dadurch die verlangte Meſſung ausgeführt ſein; denn da (nach §. 185.) a b || AB, ſo muß ſich auch a d : AD = a b : AB verhalten.

2. Wenn man ſich im Alignement der zu vermeſſ. Linie ſtationiren kann.

§. 310. — 2. **Wenn man ſich in keinem der Endpunkte der zu vermeſſenden Linie, wohl aber in deren Alignement**, entweder zwiſchen beiden Endpunkten, wie in C, Fig. 163, oder in der Verlängerung des Alignements, wie in C, Fig. 164, **mit dem Meßtiſche aufſtellen kann.** Iſt der letztere genau im Alignement und vollkommen horizontal errichtet, ſo ziehe man auf der Tablette eine gerade Linie, a b, und richte dieſelbe genau in die Vertikalebene des Alignements; nehme in dieſer Linie einen Punkt, c, an, wähle wie im erſteren Fall ſeitwärts ein Alignement, CD, in dem eine Längenmeſſung ausgeführt werden kann und deſſen Lage durch irgend einen ausgezeichneten Punkt, D, am Horizont bezeichnet iſt, und ziehe von C in der Richtung auf D die Viſirlinie c d. Hiernächſt bezeichne man auf dem Boden den Punkt C, der vertikal unter dem Punkt c auf dem Meßtiſch liegt, errichte in ihm eine Meßfahne (Signalſtange), und gehe im Alignement CD ſo weit fort, bis man auf einem Punkt, E, angekommen iſt, der etwa ſo weit von A und B liegt, als beide Punkte von einander entfernt ſind. Hier angekommen, errichte man eine Signalſtange genau im Alignement CD, ſtecke die Linie, CE ab, und meſſe dieſelbe mit irgend einem Diſtancenmeſſer. Iſt dies geſchehen, ſo entferne man die Signalſtange, trage die ermittelte Länge nach dem verjüngten Maßſtabe, vom Punkte c auf der Tablette aus, auf die Linie c d ab, ſtecke in den hierdurch gefundenen Punkt, e, eine Stations-

nadel, stelle den Meßtisch über E, so daß der Punkt e vertikal über dem Loche liegt, welches die Signalstange zurückgelassen hat, und orientire den Meßtisch durch Rücksicht nach C. Visirt man sodann vom Punkte e nach A und B, und zieht man längs des Diopter-Lineals die Visirlinie in seinem Bleistiftlinien aus, so werden die letzteren die Linie a b in den Punkten a und b schneiden, und diese Durchschnittspunkte die gesuchte Lage der terrestrischen Punkte, A und B, auf der Tablette bezeichnen; denn da (nach §. 185.) a b || AB, so muß auch e c : EC = e a : CA = c b : CB = a b : AB sein.

3. Wenn man sich in keinem Punkte der zu vermess. Linie, aber seitwärts aufstellen und zu deren Endpunkten messen kann.

§. 311. — 3. Wenn man sich in keinem Punkt der zu messenden Linie, AB, Fig. 165, aber auf einem seitwärts angenommnen Punkt, C, mit dem Meßtische, aufstellen, und die Entfernung des letztern Punktes von den Endpunkten der Linie direct messen kann, so errichte man in dem Punkt C eine Signalstange, stecke die Linien CA und CB ab und messe dieselben. Entferne sodann die Signalstange, stelle den Meßtisch über dem Punkt C vollkommen horizontal auf, stecke gerade über dem Loche, welches jene Stange zurückgelassen, eine Stationsnadel in die Tablette, lege das Diopterlineal daran, visire nach A und B, und ziehe die Visirlinie c a und c b. Hierauf trage man die für CA und CB gefundenen Längen nach dem verjüngten Maßstabe von c aus auf die correspondirenden Visirlinien, so ergeben sich auf dem Meßtische die Punkte a und b, deren Entfernung von einander nach dem gewählten Maßstabe gleich der Entfernung AB sein wird, denn da im △ ABC wegen der Construction CA : c a = CB : c b so muß auch a b || AB und also auch a b : AB = c a : CA sein.

4. Wenn man sich in keinem Punkt der zu messenden Linie aufstellen und zu keinem Endpunkt derselben messen kann.

§. 312. — 4. Wenn man sich in keinem Punkt der zu messenden Linie AB Fig. 166 aufstellen, zu keinem Endpunkt derselben gelangen, aber seitwärts eine gerade Standlinie CD abstecken und messen kann, so wähle man die letztere, nach dem Augenmaße möglichst parallel, und fast gleich lang mit der zu messenden Linie, AB, trage ihre mit irgend einem Distancenmesser ermittelte Länge c d nach dem verjüngten Maßstabe auf die Tablette, stelle den Meßtisch horizontal über einem Endpunkt, C, der gemessenen Standlinie so auf, daß der Punkt c auf der Tablette vertikal über den Punkt C auf dem Boden zu liegen kommt, orientire denselben nach D, indem man die Linie c d in die Vertikalebene der Standlinie bringt, visire von c nach A

und B, und ziehe die Visirlinien c a und c b. Hierauf stelle man den Meßtisch über den andern Endpunkt D der Standlinie, bringe den Punkt d vertikal über D, orientire den Tisch nach C und ziehe von d aus nach A und B die Visirlinien d a und d b, so wird durch die Durchschnittspunkte dieser und der ersteren Visirlinie die Lage der beiden Punkte A und B auf der Tablette und ihre Entfernung von einander nach dem verjüngten Maßstabe bestimmt; denn da nach §. 185.

b c || BC, so muß d c : dC = d b : dB.
c a || CA, . . d c : dC = d a : dA.

mithin auch d b : dB = d a : dA.
und ab || AB.

folglich d a : dA = a b : AB.

Da nun ferner c d nach dem verjüngten Maßstabe, in dem die Arbeit ausgeführt werden soll, auf die Tablette getragen ist, sämmtliche Hilfslinien im Verhältnisse zu c d construirt sind, so muß auch a b in eben dem Maßstabsverhältnisse zu AB stehen, in dem c d zu CD steht, mithin im verlangten verjüngten Maßstabe construirt sein.

Um zu prüfen, ob die Länge der Linie, AB, auch vollkommen richtig bestimmt, und nicht etwa eine Visirlinie falsch gezogen sei, darf man den Meßtisch nur in einem dritten Punkt, E, etwa in der Mitte der Standlinie, CD, aufstellen, die Entfernung, ED, messen, nach dem verjüngten Maßstabe von d aus nach e auftragen, in den gefundenen Punkt e eine Stationsnadel stecken, den Meßtisch nach der Standlinie orientiren, und von e aus nach A und B die Visirlinien e a und e b ziehen. Schneiden sich nun diese mit den von c und d aus gezogenen Visirlinien in ein und demselben Punkte, so sind die Punkte A und B richtig bestimmt; schneiden sich aber die drei nach demselben Punkte gezogenen Visirlinien nicht in einem Punkte, so ist irgend wo, entweder in der Aufstellung des Meßtisches, im Ziehen der Visirlinien oder in der Ausmessung der Standlinie ein Fehler begangen, und es muß, um zu einem richtigen Resultate zu kommen, ein vierter Stationsort in der Standlinie CD, oder in deren Verlängerung, gewählt und das beschriebene Verfahren wiederholt werden.

Das zur Bestimmung der Punkte A und B auf der Tablette beobachtete Verfahren nennt man das Vorwärtsein- oder Vorwärtsabschneiden und die hierdurch ihrer Lage nach gefundenen Punkte a und b geschnittene Punkte.

Anwendung d. Winkelmeſſer, welche die gemeſſ. Winkel in Graden angeben, zur indirect. Längenmeſſung.

§. 313. Die Anwendung des Reflectors, katoptriſchen Zirkels, des Aſtrolabiums und der Bouſſole zur Beſtimmung ungangbarer Entfernungen oder zur indirecten Längenmeſſung, ſtimmt mit der des Meßtiſches vollkommen überein. Man ſtellt ſich mit dieſen Inſtrumenten auf denſelben Punkten, wie mit dem Meßtiſche, auf, und mißt dieſelben Winkel und Entfernungen, trägt ſodann aber erſt die gemeſſenen Winkel mit dem Inſtrumente ſelbſt oder mit dem Transporteur, die gemeſſenen Längen mit dem Zirkel nach dem verjüngten Maßſtabe auf die Bildfläche und conſtruirt endlich die Triangel gerade ſo, wie mit Hilfe des Diopterlineals, auf der Tablette; oder man berechnet trigonometriſch die Entfernungen der Endpunkte der zu meſſenden Linie von einander und trägt erſt das gefundene Reſultat nach dem verjüngten Maßſtabe in einer geraden Linie auf das Zeichnenpapier. — Allein zu einer langwierigen trigonometriſchen Berechnung iſt bei der Detailaufnahme höchſt ſelten die nöthige Zeit vorhanden, auch lohnt es ſich bei dem kleinen Maßſtabe, in dem in der Regel die Vermeſſung ausgeführt wird, und bei der Ungenauigkeit der Spiegelinſtrumente und der Bouſſole nicht, eine ſolche Berechnung anzuſtellen, weil in den Fällen, wo man zur Anwendung jener Inſtrumente ſchreitet, die geometriſche Conſtruction, wenn ſie ſorgſam ausgeführt wird, hinlängliche Genauigkeit gewährt. Daher glauben wir die trigonometriſche Berechnung hier übergehen*) und nur noch bemerken zu dürfen, daß der Reflector und der katoptriſche Zirkel ſehr häufig zur Winkelmeſſung an ſolchen Stellen mit Vortheil benutzt werden können, wo zur Aufſtellung des Meßtiſches der nöthige Raum mangelt, und daß daher durch ihre Anwendung die indirecte Längenmeſſung ſich ſehr abkürzen läßt.

Indirecte Längenmeſſ. mit alleinig. Hilfe v. Diſtancenmeſſern.

§. 314. Wenn auch nicht im Laufe einer größeren Vermeſſung, bei der es nicht an den nöthigen Winkel- und anderen Meßinſtrumenten fehlt, ſo kann doch wohl bei kleineren Aufnahmen, namentlich im Kriege, der Fall vorkommen, ungangbare Weiten, z. B. die Entfernung vom Feinde beſetzter Dörfer, einer Schanze ꝛc., oder die Entfernung zweier Punkte,

*) Bei der Netzlegung, wo man, wenn größere Strecken triangulirt werden ſollen, ſich der geometriſchen Winkelmeſſer und der trigonometriſchen Berechnung bedienen muß, um die Fortpflanzung der bei der geometriſchen Conſtruction entſtehenden Fehler zu vermeiden, werden wir auf jene Berechnung zurückkommen.

zwischen welchen ein See, ein Sumpf, ein Wald liegt, oder ein Fluß durch strömt, mit alleiniger Hilfe von Distancenmessern, ja vielleicht selbst nur durch Abschreiten, ermitteln zu müssen. Es ist daher für einen Officier durchaus nothwendig, zu wissen, wie man mit jenen Meßinstrumente oder ohne deren Hilfe bei Bestimmung solcher Weiten verfährt. Bei Messung der letzteren müssen folgende Fälle unterschieden werden.

1. Wenn man v. einem seitwärts gelegenen Punkt zu d. Endpunkt. der zu messenden Linie gelangen kann.

§. 315. — 1. **Kann man von einem seitwärts gelegenen Punkte, C, Fig. 167, zu den Endpunkten der zu messenden geraden Linie, AB, in gerader Richtung gelangen**, so messe man die Entfernungen AC u. BC, verlängere AC über C hinaus bis CD = AC, und BC über C hinaus bis CE = BC, und messe DE, so wird diese Linie gleich AB sein, da die Dreiecke ACB und CDE, in denen zwei Seiten und der von ihnen eingeschlossene Winkel einander gleich gemacht wurden, congruent sind.

Fehlt es am nöthigen Raum, die gemessenen Linien ihrer ganzen Länge nach rückwärts in der Verlängerung der Alignements AC und BC abzutragen, so nehme man eine gleiche Anzahl von Theilen jeder Linie, z. B. $\frac{1}{3}$ AC und $\frac{1}{3}$ BC, und trage sie von C aus entweder vorwärts nach F und G oder rückwärts nach F′ und G′, und messe FG oder F′G′, welche Länge sich dann zur Linie AB verhält, wie CF oder CG zu AC; denn da nach der Annahme CF = $\frac{1}{3}$ AC ist, so muß auch FG = $\frac{1}{3}$ AB sein. Der Beweis ist sehr einfach. Nach der Construction verhält sich:

CF : CA = CG : CB, es ist also auch
FG || AB und mithin
CF : CA = FG : AB.

2. Wenn man nur zu einem Endpunkte u. z. einem Punkt im Alignem. d. zu mess. Linie gelang. kann.

§. 316. — 2. **Wenn man von einem seitwärts gelegenen Punkte, D, Fig. 168, nur zu einem der Endpunkte der zu messenden Linie und zu einem in ihrer Verlängerung gelegenen Punkte, C, gelangen kann**, so errichte man in dem seitwärts gelegenen Punkt, D, und in dem in der Verlängerung des Alignements gelegenen, C, Signalstangen, messe hierauf BD und CD und verlängere die Linie BD über D hinaus, bis DF = BD, und ebenso die Linie CD über D hinaus, bis DE = CD ist. Sodann errichte man in den hierdurch gefundenen Punkten, E und F, Signalstangen, gehe im Alignement EF so lange fort, bis man in G auch im Alignement von AD angekommen ist, stecke hier

eine Meßfahne in den Boden und messe endlich FG, so wird diese Linie der zu messenden, AB, gleich sein.

Beweis. $\triangle$ BCD $\cong$ $\triangle$ DEF, weil in ihnen 2 Seiten und der von diesen eingeschlossene Winkel einander gleich sind;

mithin $\angle$ ACD $=$ $\angle$ DEG
da ferner $\angle$ ADC $=$ $\angle$ EDG, als Scheitelwinkel
CD $=$ DE nach der Construction

so ist auch $\triangle$ ACD $\cong$ $\triangle$ DEG

mithin AC $=$ EG, und wenn von beiden Linien die gleichen Stücke BC u. EF abgezogen werden,

auch AB $=$ FG, was zu beweisen war.

Fehlt auch zur Ausführung der obigen Construction der nöthige Raum, so trage man wieder, wie im vorigen Falle, eine gleiche Anzahl von Theilen jeder Linie, z. B. $\frac{1}{4}$ DB und $\frac{1}{4}$ DC von D aus entweder vorwärts nach f und e, oder rückwärts nach f′ und e′, verlängere das Alignement ef bis g im Alignement DA, oder e′f′ bis g′ in der Verlängerung des Alignements AD, und messe endlich fg oder f′g′, welche Länge sich dann zur Linie AB verhalten wird, wie Df oder Df′ zu DB. Da nun nach der Annahme Df $=$ $\frac{1}{4}$ DB, so muß auch fg $=$ $\frac{1}{4}$ AB sein, und aus eben demselben Grunde f′g′ dieselbe Länge haben. — Der Beweis ergiebt sich sehr leicht aus den vorigen Beweisen.

5. Wenn man weder zu den Endpunkt. der zu mess. Linie gelangen noch sich im Alignement aufstellen kann.

§. 317. — 3. Kann man weder zu den Endpunkten der zu messenden Linie, AB, Fig. 169, gelangen, noch sich in ihrem Alignement aufstellen, so nehme man seitwärts irgend eine gerade Linie, CD, dem Anscheine nach möglichst parallel und fast gleich lang mit AB, an, errichte in ihren Endpunkten, aus denen die Punkte A und B zu sehen sein müssen, wie im Durchschnittspunkt, E, der Alignements DA und CB, und im Alignement AC im Punkte F, etwa in gleicher Höhe mit E, Signalstangen, gehe im Alignement FE so lange fort, bis man im Punkte G auch zugleich im Alignement von BD steht, und stecke hier eine Meßfahne in den Boden. Hierauf messe man alle drei Seiten des Dreieckes CDE und construire das letztere nach dem verjüngten Maßstabe so genau als möglich auf dem Papier, so daß $\triangle$ cde $\sim$ $\triangle$ CDE. Ferner messe man die Linien CF, FE und EG, construire nach dem verjüngten Maßstabe über Seite ce des kleinen Triangels

das △ c f e ∽ △ CFE und verlängere die Seite f e über e hinaus, bis e g im verjüngten Maßstabe = EG ist. Wurde die Construction mit der sorgfältigsten Genauigkeit ausgeführt, und verlängert man nun endlich die Linien c f und d e, bis sie sich im Punkte a schneiden, wie c e und d g, bis sie sich im Punkte b schneiden, so wird die Entfernung a b im verjüngten Maßstabe gleich der gesuchten von AB sein. — Der Beweis ergiebt sich sehr einfach aus der Aehnlichkeit der Triangel.

Ist auf dem Terrain der zur Construction nöthige Raum vorhanden, welches indessen höchst selten der Fall sein dürfte, so kann die zu messende Entfernung der Punkte A und B von einander auch sogleich rückwärts der Standlinie CD auf dem Felde abgesteckt werden. Man bezeichnet dann nämlich nicht nur die Endpunkte C und D, sondern auch den Halbirungspunkt, E, Fig. 170, der Standlinie, aus dem gleichfalls die Punkte A und B müssen gesehen werden können, durch Signalstangen; steckt im Alignement AC den Punkt F, im Alignement DB den Punkt G willkürlich ab, mißt EF und EG, verlängert beide Linien über den Punkt E hinaus, bis ÉH = EG und EI = EF ist, und errichtet in den hierdurch gefundenen Punkten, H und I, Meßfahnen, Absteckestäbe oder Signalstangen. Hierauf geht man im Alignement CH so lange fort, bis man im Alignement BE im Punkt L, dem Durchschnittspunkt beider Alignements, angekommen ist; ebenso schreitet man im Alignement DI so lange fort, bis man im Alignement AE im Punkte K, dem gemeinschaftlichen Durchschnittspunkte dieser Alignements, steht, bezeichnet beide Punkte, K und L, mit Meßfahnen und mißt endlich ihre Entfernung, so wird diese gleich der gesuchten von AB sein. Denn da

△ CEF ≅ △ DEI } wegen Gleichh. zweier Seiten u.
und △ DEG ≅ △ CEH } d. durch sie eingeschloss. Winkels
so ist auch ∠ ACE = ∠ EDK und
∠ BDE = ∠ ECL
Ferner ist ∠ AEC = ∠ DEK } als Scheitelwinkel
∠ BED = ∠ CEL }
CE = ED nach der Construction.
Folglich ist △ AEC ≅ △ DEK und
△ BDE ≅ △ CEL
mithin auch AE = EK, und BE = EL. Da nun
ferner ∠ AEB = ∠ LEK als Scheitelwinkel
so ist auch △ ABE ≅ △ ELK, woraus sich ergiebt, daß
AB = LK, was zu beweisen war.

## V. Triangulation oder Netzlegung.

Vorbemerkung.

§. 318. Ist die Standlinie entweder direct oder indirect gemessen, ihre Lage zur magnetischen oder wahren Nordlinie ermittelt, demgemäß auf die Tablette getragen*), und die Orientirbouſſole richtig eingestellt, d. h. so, daß die Magnetnadel entweder auf den Nullpunkt der Gradeintheilung oder auf irgend einen bekannten Punkt einspielt, oder aber sind die gegebenen trigonometrischen Punkte auf der Tablette durch feine Nadelstiche bezeichnet, so schreitet man sofort zur Triangulation. Diese besteht, wie wir gesehen, im Wesentlichen darin, daß die verhältnißmäßige Lage, so vieler ausgezeichneten Richtobjecte als nur irgend möglich, auf dem Meßtische bestimmt wird. — Da die ganze Vermessung auf der Aehnlichkeit der Triangel, oder der Figuren überhaupt, beruht, jede Figur durch ihre Seiten und Winkel bestimmt, und ihre Aehnlichkeit mit einer anderen Figur entweder aus der verhältnißmäßigen Länge gleichliegender Seiten oder aus der Gleichheit der Winkel entnommen wird, so dürfen auch nur bei der Ausmessung von Figuren diejenigen Stücke gemessen und in verhältnißmäßiger oder gleicher Größe aufgetragen werden, die hinreichend sind, um eine der gemessenen ähnliche Figur zu zeichnen. Bei der Triangulation sind diese Stücke in der Regel nur eine Seite, und die beiden anliegenden Winkel, oder eine Seite und ein anliegender und der gegenüberliegende Winkel. Denn alle Netzpunkte können als Winkelpunkte einer vielseitigen, in Triangel zerlegten Figur angesehen werden, die durch die Grundlegung des Dreiecksnetzes bestimmt werden sollte.

Je mehr Punkte durch die Triangulation festgelegt werden, je vollständiger das durch dieselbe bewirkte Gerippe ist, desto

*) Die durch die indirecte Längenmessung auf der Tablette bestimmte Standlinie ist in der Regel nicht orientirt. Sie muß daher, wenn man den Winkel, den sie mit der wahren oder magnetischen Nordlinie macht, gefunden, und die wahre oder magnetische Nordlinie auf dem Meßtische ausgezogen hat, nach dieser orientirt, daher in einer andern als in ihrer ursprünglichen Richtung aufgetragen werden, wenn die vier Ränder des Meßtisches oder der Darstellung der Aufnahme genau auf die vier Weltgegenden gerichtet sein sollen. Ist das Letztere nicht nöthig, so kann auch die auf der Tablette gefundene Standlinie die Norm angeben und die Nordlinie nach ihr, aber unter dem richtigen Declinationswinkel, aufgetragen werden.

mehr wird das Geschäft der Detailaufnahme erleichtert und desto schneller kann die Vermessung vollendet werden. Daher scheue man keine Mühe und lasse sich durch nichts abschrecken, die Triangulation so sorgsam als nur irgend möglich auszuführen. Die darauf verwendete Zeit bringt sich immer wieder ein. Oft scheint es unmöglich, namentlich in einer sehr durchschnittenen oder waldigen Gegend, viele Punkte bestimmen zu können, allein fängt man die Sache nur richtig an, und sind erst einige festgelegt, so finden sich die anderen Punkte fast von selbst; nur lösche man keine nach einem Richtobject einmal gezogene Visirlinie ungebraucht wieder weg. Gelingt es während der Triangulation nicht, in ihr einen Punkt zu bestimmen, so kann sie doch vielleicht noch während der Detailaufnahme, wenigstens zur Orientirung des Meßtisches, benutzt werden. — Auch bei Ausführung der Triangulation sind verschiedene Fälle zu unterscheiden.

### A. Wenn eine Standlinie gemessen ist.

1. Wenn man sich in den Endpunkten der Basis aufstellen kann. Durch Vorwärtsabschneiden mit d. Meßtische.

§. 319. — 1. Wenn man sich in den Endpunkten der Standlinie aufstellen kann, so reducirt sich das ganze Verfahren mit dem Meßtische auf das Vorwärtsabschneiden. Man errichtet nämlich den Meßtisch so über einen Endpunkt, A, Fig. 171, der Basis, daß er vollkommen horizontal steht, und daß der gleichnamige Endpunkt, a, auf der Planchette vertikal über den terrestrischen zu liegen kommt; steckt in beide Endpunkte, a und b, Stationsnadeln, legt das Diopterlineal daran, orientirt den Meßtisch nach B, und bringt dadurch die verjüngte Standlinie in die Vertikalebene der terrestrischen. Ist dies so genau und scharf als möglich geschehen, so wird der Tisch durch Anziehung der betreffenden Schrauben festgestellt, die Stationsnadel aus dem zweiten Endpunkte, b, herausgenommen und das Diopterlineal an die Nadel im Endpunkt, a, gelegt. Jetzt visirt man nach allen ausgezeichneten Richtobjecten, z. B. Thürmen, Windmühlen, nach den Giebeln oder Schornsteinen ausgezeichneter Gebäude, nach einzeln stehenden markirten Bäumen, Wegweisern, Signalen, Warnungstafeln, Kreuzen ꝛc., indem man das Diopterlineal um die Stationsnadel im Punkt a herumbewegt, und zieht die Visirlinien mit der messerförmig zugeschärften Bleistiftspitze auf dem Papier aus. Jede Visirlinie erhält eine Nummer. Dieselbe Zahl wird in das Register für die anvisirten Punkte geschrieben und daneben der Name des Richtobjects, und, wenn

daſſelbe unbekannt iſt, eine genaue Beſchreibung oder noch beſſer eine Zeichnung der Umriſſe deſſelben eingetragen. — Um nicht zu viel unnütze Linien auf dem Papier zu erhalten, dürfen die Viſirlinien nur in der Gegend ausgezogen werden, in welcher der zu beſtimmende Punkt auf der Tablette wahrſcheinlich zu liegen kommt. — Um gewiß zu ſein, daß bei dieſer Operation der Tiſch ſich nicht verrückt habe, legt man das Diopterlineal ab und zu, oder wenn man drei oder vier Viſirlinien gezogen, an die Linie a b, und unterſucht, ob das Richtobject, B, noch vom Haare im Objectivdiopter gedeckt werde. Sollte dies nicht mehr ſein, ſo wird der Tiſch wieder von neuem orientirt, unterſucht (§. 172.), ob er feſt ſtehe, und wenn dies der Fall iſt und die zuletzt gezogenen Viſirlinien verworfen, ausgelöſcht und noch einmal von neuem gezogen ſind, das Geſchäft weiter fortgeſetzt.

Hat man endlich auf dieſe Weiſe nach allen einigermaßen ausgezeichneten, um den Standort, A, herum ſichtbaren, nah und fern gelegenen Richtobjecten Viſirlinien vom Punkte a aus gezogen, wie es in Fig. 171 angedeutet iſt, ſo begiebt man ſich zum anderen Endpunkt, B, der Baſis, ſtellt den Meßtiſch in ihm wieder horizontal und ſo auf, daß der Punkt b vertikal über B zu liegen kommt, und orientirt ihn nach A. Hierauf wiederholt man im zweiten Standort daſſelbe Verfahren, viſirt von b nach allen ausgezeichneten Richtobjecten, und verſieht die Viſirlinien nach neuen, von A aus nicht erblickten, Gegenſtänden mit fortlaufenden Nummern. Wurden z. B. vom Punkte a aus 8 Viſirlinien gezogen, und erblickt man in B noch vier neue ausgezeichnete Gegenſtände, ſo erhalten die in der Richtung auf dieſelben gezogenen Viſirlinien die Nummern 9., 10., 11. und 12.

Sind von beiden Endpunkten der Baſis aus nach ein und demſelben Richtobjecte Viſirlinien gezogen, ſo müſſen ſich dieſe in irgend einem Punkte auf der Tablette ſchneiden, wenn jener Gegenſtand nicht zu entfernt liegt, und der Durchſchnittspunkt giebt die verhältnißmäßige Lage deſſelben zur Baſis an; d. h. wie ſich auf dem Terrain die Entfernungen von den Endpunkten der Baſis zu dem Richtobjecte, nach dem man viſirte, verhalten, ſo verhalten ſich auch im verjüngten Maßſtabe dieſelben Entfernungen auf der Tablette; denn in ähnlichen Dreiecken ſtehen gleichliegende Seiten in einerlei Verhältniß. Es ſind aber auf der Tablette den terreſtriſchen ähnliche Dreiecke conſtruirt, weil alle gleichliegenden Winkel einander gleich ſind.

z. B. △ ABC ∽ △ abc, weil ∠ CAB = ∠ cab, ∠ ABC = abc, mithin auch ∠ ACB = ∠ acb; folglich muß AC : BC : AB = ac : bc : ab.

Die aus dem Punkt b nach den von a aus anvisirten Richtobjecten gezogenen Visirlinien dürfen nur in der Nähe der ersteren Visirlinie und so weit ausgezogen werden, daß die Schnitte scharf markirt sind; denn ein weiteres Ausziehen derselben würde keinen andern Zweck haben, als das Zeichnenpapier zu beschmutzen. — Haben die Visirlinien sich scharf, d. h. unter einem größeren Winkel als dem von 59°, geschnitten, und ist man überzeugt, daß dieselben genau an der Schärfe des die Stationsnadeln berührenden Diopterlineals gezogen wurden, und daß der Meßtisch dabei vollkommen orientirt war, so macht man mit einer Stationsnadel einen senkrechten Stich in die Durchschnittspunkte, reibt die jetzt unnöthig gewordenen Visirlinien aus, umzieht die feinen Nadelstiche, um sie leichter wieder auffinden zu können, durch einen zarten Bleistiftring, und schreibt daneben die Nummer, welche die zuerst gezogene Visirlinie hatte; wie solches z. B. in Fig. 171 durch 3 und 4 angedeutet ist. — Schneiden sich die Visirlinien aber unter einem spitzeren Winkel als dem von 60°, oder ist man über die richtige Lage der einen oder der anderen in Zweifel, so wird von einem anderen bereits festgelegten Punkte aus eine dritte Visirlinie nach jenem Richtobjecte gezogen, und der Punkt nur dann erst als richtig bestimmt betrachtet, wenn alle drei Visirlinien sich in einem gemeinsamen Punkt schneiden. — Zwar kann man stets, etwa in der Mitte der Standlinie AB, einen dritten Standort, D, wählen, seine Lage sogleich bei Ausmessung der Basis bestimmen, dort den Meßtisch orientirt und horizontal aufstellen und aus ihm nach den bereits geschnittenen Punkten noch eine dritte Visirlinie ziehen und jene Punkte erst dann als vollkommen richtig bestimmt annehmen, wenn die nach einerlei Richtung gezogenen 3 Visirlinien sich in einem Punkt schneiden; allein dies würde das Geschäft der Triangulation nicht nur sehr erschweren und viel weitläufiger machen, sondern auch häufig erst den Fehler erzeugen, dem man dadurch vorbeugen will; denn werden drei Bleistiftlinien durch einen Punkt gezogen, so schleifen sie in der Regel an einander, und ihr Durchschnittspunkt kann nicht so scharf erkannt werden, als der von zwei sich schneidenden Linien. Daher wende man dies Verfahren nie ohne besondere Beweggründe an. Zwei sichere

und scharf gezogene Visirlinien nach einem Richtobjecte sind zur Bestimmung seiner Lage jedenfalls besser als drei Visirlinien.

Die durch das Vorwärtsabschneiden auf der Tablette gewonnenen Punkte können sofort wieder zur Bestimmung anderer benutzt werden; denn ein jeder derselben ist als Endpunkt einer neuen Standlinie zu betrachten. Ehe dies geschieht, ist es jedoch rathsam, sich von der richtigen Lage des Punktes dadurch zu überzeugen, daß man nach einem oder nach mehreren schon bestimmten Richtobjecten visirt, und untersucht, ob die Visirlinien nach diesen auch die gleichnamigen Punkte auf der Tablette schneiden. Sollte z. B. auf der Windmühle*), C, Fig. 171, die Triangulation weiter fortgesetzt werden, und ist in ihr der horizontal aufgestellte Meßtisch nach dem Endpunkt B der Standlinie AB orientirt, so würde man von c aus nach dem Endpunkt A und nach dem Kirchthurm, E, Visirlinien ziehen und untersuchen, ob sie auch die Puukte a und e der Tablette treffen. Ist dies der Fall, so kann der Punkt c als richtig bestimmt betrachtet und von ihm aus die Triangulation mit Sicherheit fortgesetzt werden. Ist es nicht der Fall, so muß entweder c genauer bestimmt oder ein anderer der festgelegten Punkte zum Standorte gewählt werden. — So begiebt man sich der Reihe nach von einem zum andern der festgelegten Punkte, stellt in ihnen den Meßtisch horizontal und so auf, daß der gleichnamige Punkt auf der Tablette genau über dem terrestrischen zu liegen kommt, orientirt die Tablette nach einem Endpunkt der Basis oder nach irgend einem andern der festgelegten Punkte, zieht nach allen ausgezeichneten Richtobjecten, die man rund um sich herum erblickt, Visirlinien, schneidet schon früher gezogene, bestimmt nicht scharf geschnittene Punkte durch eine dritte Visirlinie genauer und trägt das Erforderliche in das Register für die anvisirten und geschnittenen Punkte sogleich mit Bleistift ein, überzieht es aber nach der Rückkunft

*) Auf Windmühlen stellt man sich am schicklichsten mit dem Meßtische in ihrem untern oder obern Raum gerade über ihrem Fuß auf, und zieht durch die Thür hinaus die Visirlinien. Sind diese nach allen, auf dem durch die Thürpfosten beschränkten Gesichtsfelde, bemerkbaren Richtobjecten gezogen, so läßt man die Mühle etwas herumdrehen, orientirt den Meßtisch mit Hilfe der zuletzt gezogenen Visirlinie, setzt dann die Triangulation fort, und wiederholt das Verfahren, bis sich die Windmühle ganz um ihre Achse herumgedreht hat und nach allen aus ihr sichtbaren Richtobjecten Visirlinien gezogen sind.

vom Felde mit Tinte, damit durch Verlöschen der Bleistiftschrift keine Irrungen entstehen. —

So setzt man die Triangulation über den ganzen zu vermessenden Raum fort, bis man ihn in eine hinlängliche Zahl kleinerer Dreiecke zerlegt hat, durch deren Hilfe man mit Bequemlichkeit die Detailaufnahme ausführen kann.

2. Wenn man sich nur in einem Endpunkt der Basis aufstellen kann.

Durch Seitwärtsabschn. mit dem Meßtisch.

§. 320. — 2. **Wenn man sich nur in einem Endpunkte, A, Fig. 172, der Standlinie aufstellen kann,** so orientirt man in diesem den Meßtisch nach dem andern Endpunkte, B, und zieht wiederum aus dem Punkt a nach allen ausgezeichneten nah und fern gelegenen sichtbaren Richtobjecten Visirlinien, 1., 2., 3., 4., 5. ꝛc., giebt ihnen eine Nummer und trägt die letztere mit den dazu gehörigen Namen in das Register der anvisirten und geschnittenen Punkte. Sodann begiebt man sich nach demjenigen dieser Richtobjecte, z. B. C, welches die größte Fern- und Umsicht gestattet, und auf dem man sich mit dem Meßtische aufstellen kann, errichtet in ihm den letzteren und orientirt denselben nach dem Punkt A, von dem aus man die Visirlinie, a c, zog, oder bringt die letztere — was dasselbe sagen will — genau in das Alignement jenes Endpunktes der Basis mit dem Punkt, auf dem man steht. — Hierauf steckt man in den anderen Endpunkt, b, der verjüngten Standlinie eine Stationsnadel, legt das Diopterlineal an dieselbe und visirt nach dem dazu gehörigen terrestrischen Punkt B. Schneidet das Haar des Objectivdiopters den letzteren, während die Schärfe des Lineals die Stationsnadel berührt, so zieht man die Visirlinie, b c, auf der Tablette durch die Visirlinie a c, in deren Alignement der Meßtisch steht, und erhält im Durchschnittspunkt, c, beider Linien die verhältnißmäßige Lage des Standortes, C, bestimmt.

Die Richtigkeit dieses Verfahrens gründet sich auf die Aehnlichkeit der Triangel; denn es ist $\triangle abc \sim \triangle ABC$, da $\angle cab = \angle CAB$, $\angle acb = \angle ACB$ und also auch $\angle abc = \angle ABC$ ist. Es muß sich mithin auch $ab : ac : cb = AB : AC : CB$. Man nennt dies Verfahren das **Seitwärtsabschneiden.***) Es bestimmt die gesuchte Lage irgend ei-

*) Zieht man aus einem schon bestimmten Punkt, in dem man sich befindet, nach einem noch zu bestimmenden, eine Visirlinie, so sagt man: man ziehe dieselbe vorwärts. Befindet man sich dagegen in einem noch zu bestimmenden Punkt, steckt man daselbst die Stationsnadel in einen schon bestimmten Punkt, legt man das Diop-

nes Punktes eben so scharf als das Vorwärtsabschneiden, weil es, strenggenommen, mit jenem ganz übereinstimmend ist, da das Diopterlineal bei beiden Verfahrungsarten ein und denselben Stützpunkt hat, und unterscheidet sich von demselben nur dadurch, daß man nicht von dem festgelegten Punkt, B, aus, nach dem zu bestimmenden, C, sondern von diesem nach jenem hinvisirt, was natürlich ein und dieselbe Visirlinie geben muß. — Durch das Seitwärtsabschneiden kann indessen immer nur ein Punkt und niemals eine größere oder geringere Anzahl von Punkten zugleich bestimmt werden.

Ist der Punkt C, auf dem man steht, bestimmt, so zieht man von ihm aus, wie es in Fig. 172 angedeutet ist, nach allen sichtbaren, nah und fern gelegenen, ausgezeichneten Richtobjecten Visirlinien, schneidet die bereits von dem Endpunkt A der Standlinie anvisirten Punkte, nummerirt die nach neuen Richtpunkten gezogenen Visirlinien und trägt sie in das Register, setzt das Geschäft der Triangulation durch Vorwärtsabschneiden weiter fort, und verfährt in allem Uebrigen gerade so, wie es gegen den Schluß des vorstehenden §. bemerkt ist. — Verbindet man geschickt beide Verfahrungsarten mit einander, d. h. geht man, je nachdem die Verhältnisse es erfordern, vom Vorwärts- zum Seitwärtsabschneiden, und umgekehrt, über, so wird man in kurzer Zeit die Triangulation des aufzunehmenden Terrains vollenden, und selbst in einem bedeckten oder durchschnittenen Terrain niemals an geschnittenen Punkten erheblichen Mangel leiden.

Benutzung der übrigen Winkelinstr. zur Bestimmung eines dritten Punkts aus beiden od. aus einem Endpunkt der Basis.

§. 321. Wenn man sich zur Bestimmung eines dritten Punktes aus beiden Endpunkten oder aus einem Endpunkte der Basis nicht des Meßtisches bedienen kann, sondern ein anderes Winkelinstrument, das die gemessenen Winkel in Graden angiebt, benutzen muß, so mißt man im ersteren Falle die beiden Winkel an der Standlinie, CAB und ABC, Fig. 171, im zweiten Falle den Winkel CAB, Fig. 172, an der Basis und den Winkel ACB, welcher der Basis gegenüber an dem zu bestimmenden Punkt, C, liegt, berechnet daraus den dritten Winkel, ABC, $= 2\,R - (CAB + ACB)$, und construirt mit Hilfe des Transporteurs auf dem Meßtische die kleinen den ter-

---

terlineal daran, und visirt nach dem dazu gehörigen terrestrischen, so sagt man: man visire rückwärts, und, zieht man die Visirlinie aus: man ziehe die Visirlinie rückwärts.

restrischen Triangeln ähnliche Dreiecke, a b c, so wird sich dadurch die Lage des dritten Punktes, c, ergeben. —

Soll der dritte Punkt bei einer ausgedehnten Triangulation, bei der man sich vielleicht eines Astrolabiums mit Fernrohr bediente, und bei der Messung die Winkel durch Multiplication sehr genau bestimmte, trigonometrisch berechnet werden, so gründet sich das Verfahren auf den Satz: daß in einem Dreiecke sich die Seiten wie die Sinusse der ihnen gegenüberliegenden Winkel verhalten, ein Satz, der einer der wichtigsten in der ganzen Trigonometrie ist, und auf dem — wie ein ausgezeichneter Mathematiker sagt — die Ausmessung des Himmels und der Erde beruht. — Ob zwar die Proportion, welche nach jenem Satze der Berechnung zum Grunde gelegt wird, erfordert, daß einer der bekannten Winkel der gegebenen Seite gegenüberliege, so ist es doch gleichgiltig, welche Winkel gemessen werden, da aus zwei Winkeln eines Dreiecks jederzeit der dritte gefunden werden kann. —

Ist also in unserem Falle die Länge von AB bekannt und die Größe der Winkel CAB und ACB gemessen, so wird sich:

$$BC : AB = \text{Sin. } CAB : \text{Sin. } ACB$$

folglich $$\underline{BC} = \frac{AB . \text{Sin. } CAB}{\text{Sin. } ACB}$$

oder $$\log. BC = \log. AB + \log. \text{Sin. } CAB - \log. \text{Sin. } ACB$$

$$\underline{BC} = \text{num. } (\log. AB + \log. \text{Sin. } CAB - \log. \text{Sin. } ACB)$$

Ferner $$AC : AB = \text{Sin. } ABC : \text{Sin. } ACB$$

folglich $$\underline{AC} = \frac{AB . \text{Sin. } ABC}{\text{Sin. } ACB}$$

oder $$\log. AC = \log. AB + \log. \text{Sin. } ABC - \log. \text{Sin. } ACB$$

$$\underline{AC} = \text{num. } (\log. AB + \log. \text{Sin. } ABC - \log. \text{Sin. } ACB)$$

Ein Beispiel möge das Verfahren bei der Rechnung verdeutlichen:

Es sei die Standlinie AB = 963, 4°, der Winkel CAB = 61° 40′, ∠ ACB = 65° 22′ gemessen, so ist Winkel ABC = 52° 58′. Es wird demnach,

I. wenn zunächst BC berechnet werden soll:

| | | |
|---|---|---|
| $\log. AB$ | $= \log. 963{,}4 =$ | $2.9838066$ |
| $+ \log. \text{Sin. } CAB$ | $= \log. 61° 40′ =$ | $9.9445821$ |
| $\log. AB + \log. \text{Sin. } CAB$ | $=$ | $12.9283887$ |
| $- \log. \text{Sin. } ACB$ | $= - \log. 65° 22′ =$ | $- 9.9585609$ |
| mithin $\log. BC$ | $=$ | $2.9698278$ |

also $BC = \text{num. log. } 2.9698278 = 932°, 8′ 8″$

II. wenn AC berechnet wird:

log. AB = log. 963,4 = 2.9838066
+ log. Sin. ABC = log. 52° 58′ = 9.9021581

log. AB + log. Sin. ABC = 12.8859647
— log. Sin ACB = — log. 65° 22′ = — 9.9585609

mithin log. BC = 2.9274038

also AC = num. log. 2.9274038 = 846°, 0′, 6″

Sind die Längen der Linien (Entfernungen) BC und AC zu 932° 8′ 8″ und zu 846° 6″ gefunden, so kann entweder mit Hilfe des verjüngten Maßstabes sogleich über der gegebenen Standlinie, a b, der Triangel a b c ∽ △ ABC construirt *) oder jede dieser Linien sofort, ohne vorher auf die Tablette getragen zu werden, als Basis zur Messung und Berechnung neuer Triangel benutzt werden.

Wir dürfen wohl kaum erst erwähnen, daß ein genaues Verzeichniß **) der gemessenen Winkel geführt, daß die Berechnung der Seitenlängen der Triangel nicht unmittelbar nach je-

*) Sollen die berechneten Entfernungen oder Linien sogleich nach dem verjüngten Maßstabe in die Zeichnung getragen, und danach die Triangel construirt werden, so genügt es, die Logarithmen nur bis auf 5 Decimalstellen in Rechnung zu bringen. Es kann dadurch jeder Winkel noch bis auf eine Minute und eine jede Länge bis auf vier Ziffern genau berechnet werden. Weicht auch die fünfte Ziffer höchstens um zwei Einheiten ab, so erzeugt dies in der Construction keinen Fehler, da man höchst selten wohl Entfernungen bis auf 10000° zu berechnen haben dürfte, und eine Abweichung um 2′ im verjüngten Maßstabe nicht auftragbar ist. Abgesehen davon daß hierdurch die Rechnung bedeutend abgekürzt wird, so gewährt es noch den Vortheil, daß man sich der sehr portativen Tafeln in Taschenformat, z. B. der von de la Lande, bedienen kann, welche letzteren die Winkel, ohne daß eine Interpolation nöthig wäre, bis zu einer Minute angeben.

**) Das Winkelverzeichniß wird, mit Berücksichtigung der Excentricität des Winkelmeßinstrumentes, zweckmäßig in nachstehender Weise angelegt:

| Standort. N.N. Datum. Nr. | Name und Bezeichnung. | Zahl d. Repetition. | Nonius I. Grd. | Min. | Sec. | Non. II. Grd. | Min. | Sec. | Mittel. Grd. | Min. | Sec. | Einfacher Winkel. Grd. | Min. | Sec. | Bemerkung. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | AA . . . . . | 0. | 0 | 0 | 0 | 180 | 1 | 0 | 0 | 0 | 30 | " | " | " | |
| 2. | BB . . . . . | 5. | 172 | 5 | 0 | 352 | 6 | 0 | 172 | 5 | 0 | 34 | 25 | 0 | |
| 3. | CC . . . . . | 5. | 185 | 16 | 0 | 5 | 16 | 0 | 185 | 15 | 30 | 37 | 3 | 6 | |
| 4. | DD . . . . . | 5. | 223 | 17 | 0 | 43 | 19 | 0 | 223 | 17 | 30 | 44 | 39 | 24 | |

der Messung, sondern erst nach der Beendigung entweder der ganzen oder eines bedeutenden Theiles der Triangulation, oder aber, wenn schlechtes Wetter eintritt, in der Zeit ausgeführt wird, welche nicht zur Winkelmessung benutzt werden kann, und daß erst nach Vollendung dieses Geschäftes das Auftragen der bestimmten Punkte bewirkt wird. Wollte man jeden Triangel unmittelbar nach der Messung berechnen und auftragen, so würde die Arbeit — durch das häufige Uebergehen von einem Geschäft zum andern — nicht nur sehr erschwert, sondern auch viele und vielleicht die beste Zeit verschwendet werden; denn zur Winkelmessung kann nur helles klares Wetter benutzt werden. —

3. Wenn man sich in keinem Endpunkt der Basis, aber wohl im Alignem. derselb. aufstell. kann.

§. 322. — 3. Wenn man sich in keinem Endpunkt der Standlinie, aber wohl im Alignement derselben, entweder zwischen beiden Endpunkten oder in der Verlängerung der Basis, aufstellen kann, so wählt man mit dem Meßtische einen Punkt, von dem aus man die beiden gegebenen sehen kann, stellt den Meßtisch auf demselben horizontal auf, und richtet die auf ihm verzeichnete Standlinie, a b, genau in das Alignement der terrestrischen ein. Ob der gewählte Punkt, wie C, Fig. 173, zwischen den Endpunkten, A und B, oder wie C′ in der Verlängerung der gegebenen Linie, AB, liege, ist für das Verfahren durchaus gleichgiltig; wir haben deshalb in Fig. 173 beide mit einerlei Buchstaben benannt.

mit d. Meßtische durch Rückwärtseinschn. nach 2 Punkten mit Hilfe des Alignements.

Ist der Meßtisch orientirt, so zieht man aus irgend einem beliebigen Punkt, c, der Tablette, entweder nach einem schon vorhandenen natürlichen oder künstlichen Richtobject, E, auf dem man sich aufstellen und von wo aus man die beiden gegebenen Punkte, A und B, sehen kann, oder nach irgend einem entfernten Richtobjecte, in dessen Alignement man sich aufstellen kann, eine Visirlinie, c d, verläßt hierauf den Standort, C, nachdem man in ihm eine Meßfahne oder Signalstange errichtet hat, und geht nach dem Punkte E oder im Alignement CD so weit fort, bis man auf einem schicklich zur Standlinie gelegenen Punkt, E, angekommen ist, von dem aus man deren beide Endpunkte scharf und bestimmt sehen kann. Hier stellt man den Meßtisch horizontal auf, orientirt ihn nach der Meßfahne in C, damit die verjüngte Standlinie, a b, eine parallele Lage mit der terrestrischen, AB, erhalte. Dies zu bewirken, war der Zweck der Aufstellung in C und des bis jetzt beobachteten Verfahrens.

Sobald der Tisch die parallele Aufstellung erhalten hat,

steckt man in a und b der Tablette Stationsnadeln, visirt nach den gleichnamigen terrestrischen Punkten, also von a nach A, von b nach B, und zieht die Visirlinien a e und b e rückwärts, so werden sich diese in irgend einem Punkt, e, der Tablette schneiden, und durch ihren Durchschnittspunkt die verhältnißmäßige Lage des gesuchten Punktes, E, bestimmen. — Der Durchschnittspunkt, e, kann aber nur dann in der Linie c d liegen, wenn zufälliger Weise die Lage des Punktes c in der gegebenen Standlinie und im richtigen Verhältniß zu a b auf der Tablette angenommen wurde, d. h. wenn die Entfernung a c im verjüngten Maßstabe gleich der Entfernung AC ist.

Der Beweis für die Richtigkeit des beschriebenen Verfahrens erhellt aus der Aehnlichkeit der Dreiecke ABE und a b e, denn da im Triangel ABe die Seite a b || AB, so muß sich auch e a : a b = eA : AB verhalten, ꝛc. Man nennt es das **Rückwärtseinschneiden nach 2 Punkten mit Hilfe des Alignements.**

Ist der gefundene Punkt, e, durch einen feinen Nadelstich und einen kleinen Bleistiftkreis bezeichnet, sind die Visirlinien c d, a e und b e ausgelöscht, und will man dann auch die Lage des Punktes C bestimmen, so stecke man in den Punkt e eine Stationsnadel, orientire den Tisch, der sich beim Ausreiben der Visirlinien verrückt haben könnte, noch einmal genau nach A oder B, und ziehe die Visirlinie e c'' vorwärts, so wird deren Durchschnittspunkt, c'', mit der verjüngten Standlinie, a b, oder deren Verlängerung, der gesuchte Punkt sein.

Vom Standpunkte E aus kann nun sofort die Triangulation begonnen werden, indem man aus e nach allen sichtbaren, nah und fern gelegenen, Richtobjecten Visirlinien zieht, sie mit Nummern versieht, und in das Register der anvisirten Punkte einträgt. Hierauf geht man, nachdem in E, wenn der Punkt nicht schon bezeichnet war, ein Signal oder eine Meßfahne errichtet ist, nach einem andern, von E aus anvisirten Punkt, der eine weite Umsicht verspricht, schneidet sich dort nach A, B oder C seitwärts ab, und setzt dann ganz so, wie es in den §§. 319. und 320. angegeben ist, durch Vorwärts- und Seitwärtsabschneiden, je nachdem die Umstände es erfordern, die Arbeit weiter fort.

Mit Hilfe der geom. Winkelmeßinstrum.

§. 323. Muß statt des Meßtisches eins der übrigen Winkelmeßinstrumente benutzt werden, so mißt man in D, Fig. 174, den Winkel ADE = $\alpha$, in E die Winkel AED = $\beta$ und DEB = $\gamma$, berechnet hiernach die Winkel BAE = 180 — ($\alpha$ + $\beta$) = $\delta$

und $ABE = 180 - (\delta + \beta + \gamma) = \varepsilon$ und trägt solche mit Hilfe des Transporteurs in der Zeichnung an a und b der gegebenen Linie a b, so wird durch den Durchschnittspunkt e ihrer gehörig verlängerten Schenkel a e und b e die Lage des gesuchten Punktes, E, gegen AB bestimmt werden. Trägt man hierauf an die Linie a e in e den gemessenen Winkel $\beta$, so wird der Schenkel e d desselben, gehörig verlängert, die Linie a b, in d, schneiden, und dadurch auch die Lage des Punktes D, im Alignement AB, bestimmen.

Kann man sich nicht zwischen den Endpunkten der gegebenen Standlinie, sondern nur in deren Verlängerung, z. B. im Punkt C, und dann in E, aufstellen, so mißt man die Winkel ACE, CEB und CEA oder BEA und verfährt in allem Uebrigen wie vorher. —

Ist es wünschenswerth, die Lage der Punkte E, D und C, wenn die Winkel durch ein Astrolabium ꝛc. mit Repetition genau gemessen sind, durch trigonometrische Rechnung zu finden, weil diese mehr Genauigkeit als die geometrische Construction gewährt, so sind dazu durch die angestellten Winkelmessungen die nöthigen Elemente gegeben, und nach §. 321. ist:

$$\text{I. } AE = \frac{AB \cdot \sin \varepsilon}{\sin (\beta + \gamma)} \qquad BE = \frac{AB \cdot \sin \delta}{\sin (\beta + \gamma)}$$

$$\text{II. } DE = \frac{AE \cdot \sin \delta}{\sin \alpha} \qquad AD = \frac{AE \cdot \sin \beta}{\sin \alpha} \text{ ꝛc.}$$

a. Wenn man sich weder in den Endpunkt. d. Standlinie noch in deren Alignem. aufstellen kann.

a. Mit d. Meßtische durch Rückwärtseinschn. nach Punkt. durch Annäherung.

§. 324. Wenn man sich weder in den Endpunkten der Standlinie noch im Alignement derselben aufstellen kann, so läßt sich mit dem Meßtische ein dritter Punkt nur dann erst bestimmen, wenn man die auf der Tablette verzeichnete verjüngte Standlinie in eine parallele Lage mit der terrestrischen gebracht hat. Dies zu bewirken, muß daher das nächste Geschäft sein. — Zur Ausführung desselben stellt man sich einem der Endpunkte der Standlinie, z. B. B, Fig. 175, gegenüber, etwa in C, so auf, daß man beide gegebene Punkte, A und B, sehen kann. Hier giebt man der Tablette eine horizontale, und der auf ihr verzeichneten verjüngten Standlinie, a b, nach dem Augenmaße, so gut es zu erreichen ist, eine parallele Lage mit der terrestrischen, AB, steckt sodann in a und b Stationsnadeln, legt das Diopterlineal daran, visirt von a nach A, von b nach B, und zieht die Visirlinien, a c und b c, rückwärts. Obwohl der Durchschnittspunkt, c, der letzteren nicht die richtige Lage des Punktes C auf dem Meßtische bezeichnen kann, wenn a b nicht parallel AB ist, so

nimmt man denſelben doch vorläufig als richtig an, ſteckt in ihn eine Stationsnadel, legt das Diopterlineal daran und richtet daſſelbe auf irgend ein am Horizont ſichtbares Nichtobject, D, deſſen zugängliches Alignement, DC, nach dem Augenmaße der terreſtriſchen Standlinie, AB, möglichſt parallel liegt, und zieht die Viſirlinie cd. Hierauf bemerkt man ſich auf dem Boden den Punkt, C, der vertikal unter dem Punkt c der Tablette liegt, nimmt den Meßtiſch fort, errichtet in C eine Meßfahne oder Signalſtange, und geht im Alignement CD ſo lange fort, bis man in einem Punkt, E, angekommen iſt, welcher dem anderen Endpunkt, A, der Standlinie faſt gegenüber liegt, und von dem aus man nach deren beiden Endpunkten, A und B, viſiren kann. Hier ſtellt man den Meßtiſch wieder horizontal auf, orientirt ihn nach C, wodurch die Linien bc || BC und ac || AC werden, und ſchneidet ſich nach A ſeitwärts ab. Steckt man jetzt in den hierdurch mit der Linie cd erhaltenen Durchſchnittspunkt, e, eine Stationsnadel, legt man das Diopterlineal daran, viſirt nach B und zieht die Viſirlinie eb', ſo wird dieſe entweder den Punkt b, die Linie bc, oder deren Verlängerung in irgend einem Punkt, x, ſchneiden.

Schneidet ſie den Punkt b, ſo iſt der Punkt E durch e, wie C durch c, auf der Tablette richtig beſtimmt, und die Lage der verjüngten Standlinie, ab, auf dem Standorte, C, zufällig || AB geweſen. Trifft die Viſirlinie eb' aber nicht den Punkt b, was faſt immer der Fall ſein wird, ſondern ſchneidet ſie die Viſirlinie bc oder deren Verlängerung in dem Punkte x, ſo iſt auch der jetzige Standort, E, durch den Durchſchnittspunkt, e, auf der Tablette nicht richtig beſtimmt, aber die Verbindungslinie, xa, des Durchſchnittes, x, mit dem Endpunkt, a, der gegebenen Standlinie, nach deſſen terreſtriſchem Punkt, A, wir uns in E ſeitwärts abſchnitten, iſt parallel der Standlinie AB. Denn

$\triangle$ cex $\sim$ $\triangle$ BCe weil xc || BC mithin ex : eB = ec : eC

$\triangle$ ace $\sim$ $\triangle$ ACe . ac || AC . . ea : eA = ec : eC

folglich ex : eB = ea : eA

mithin auch ax || AB was zu beweiſen war.

Um nun die verjüngte Standlinie, ab, in eine parallele Lage mit der terreſtriſchen, AB, zu bringen, darf man der erſteren nur die Lage von ax geben. Dies wird bewirkt, wenn man in a und x Stationsnadeln ſteckt, das Diopterlineal an beide legt und ſich am Horizont einen Gegenſtand, z. B. F,

merkt, der vom Haar des Objectivdiopters geschnitten wird. Ist kein solcher Gegenstand vorhanden, so errichtet man im Alignement x a, in F, eine Meßfahne. Legt man dann das Diopterlineal an die verjüngte Standlinie, a b, und orientirt den Meßtisch, vermittelst der Mikrometerschraube, nach dem Punkt F, so wird a b die verlangte parallele Lage mit AB erhalten.

Jetzt reibt man alle bisher aus c und e gezogenen Visirlinien, die ihren Zweck erreicht haben, aus, controllirt die Stellung des Meßtisches, corrigirt sie nöthigenfalls, steckt Stationsnadeln in die beiden gegebenen Punkte, a und b, legt das Diopterlineal daran, visirt von a nach A, von b nach B, und zieht die Visirlinien rückwärts, so bestimmt deren Durchschnittspunkt die Lage des Punktes E gegen AB. — Man nennt dies Verfahren das Rückwärtseinschneiden nach 2 Punkten durch Annäherung.

Will man nun sogleich zur Triangulation übergehen, so ziehe man nach allen sichtbaren nah und fern gelegenen Nichtobjecten Visirlinien, kehre nach C zurück, orientire daselbst den Meßtisch nach E, schneide sich nach B seitwärts ab, bestimme, wenn der Punkt C in c gefunden ist, von letzterem aus durch Vorwärtsabschneiden die Lage der aus e anvisirten, in C sichtbaren, Punkte, und ziehe nach anderen Nichtobjecten neue Visirlinien; ꝛc.

b. Mit d. Meßtische durch Rückwärtseinschn. nach 2 Punkten mit Hilfe der Bousole.

§. 325. Ist der Meßtisch mit einer guten Orientirbousole mit Gradring versehen, und hat man Gelegenheit gehabt, dieselbe entweder durch Bestimmung der wahren Nordlinie und des Declinationswinkels, oder durch eine Aufstellung im Alignement der Standlinie richtig einzustellen, so kann auch mit ihrer Hilfe der dritte Punkt bestimmt werden. Allein da die Bousole stets ein unvollkommenes Instrument bleibt, und öfters, ohne daß man es sogleich wahrnehmen kann, durch verschiedene Ursachen, an ihrem richtigen Einspielen verhindert wird, so darf man sich nie große Genauigkeit von diesem Verfahren versprechen und es mithin auch nur dort anwenden, wo man von keiner andern der genannten Methoden Gebrauch machen kann, oder wo es sich nur um die Bestimmung eines Punktes, der zu keiner andern Ortsbestimmung benutzt werden soll, handelt. — Hat man im ersteren Falle nach und nach mehrere Punkte auf diese Weise, ganz unabhängig von einander, jeden Punkt für sich, bestimmt, dadurch Gelegenheit gewonnen, ihre Richtigkeit zu prüfen, und gefunden, daß einer

oder mehrere derselben genau bestimmt sind, so kann man diese Punkte zur Fortsetzung der Triangulation durch Vorwärts- oder Seitwärtsabschneiden benutzen.

Um sich mit Hilfe der Orientirbouſſole zu stationiren, wählt man einen Punkt, C, Fig. 176, von dem aus man die beiden Endpunkte der Standlinie AB sehen kann, der nicht zu fern und fast gleich weit von beiden liegt, und orientirt den über ihm aufgestellten Meßtisch, so genau als möglich, nach der Bouſſole. Darauf steckt man in die Endpunkte der verjüngten Standlinie, a b, Stationsnadeln, legt das Diopterlineal daran, visirt von a nach A, von b nach B, und zieht die Visirlinien a c und b c rückwärts, bis sie sich in irgend einem Punkt, c, schneiden. Ist der Tisch richtig orientirt gewesen, so muß auch der Durchschnittspunkt, c, die richtige Lage des Punktes C gegen AB bezeichnen. Um sich hiervon zu überzeugen, markire man den gefundenen Punkt durch einen feinen Nadelstich, reibe die mit Bleistift gezogenen Visirlinien aus, verrücke den Tisch, orientire ihn wieder nach der Bouſſole, visire nach A und B und ziehe die Visirlinien rückwärts. Schneiden sich diese in dem vorhin gefundenen Punkt c, so hat derselbe wahrscheinlich eine richtige Lage; schneiden sie sich nicht in demselben, so wird das vorbeschriebene Verfahren so oft wiederholt, bis man endlich durch mehrfache Versuche einen Punkt gefunden hat, dessen Lage mit großer Wahrscheinlichkeit für die richtige gehalten werden darf.*) Sollten aber alle Versuche einen andern Durchschnittspunkt der Visirlinien geben, so ist die Bouſſole irritirt oder schlecht, im letzteren Falle entweder die Nadel träge oder die Gradeintheilung derselben nicht genau,

*) Ist die Magnetnadel lang, und sind die Visirlinien nur kurz, so wird man sehr bald zum Zweck kommen, da jede Linie auf dem Meßtische, deren Länge die halbe Länge der Magnetnadel nicht überschreitet, nach der Bouſſole richtig orientirt werden kann, denn wird der etwa hierbei begangene Fehler an der Magnetnadel nicht bemerkt, so kann er auch an allen Linien, die kürzer als diese sind, nicht wahrgenommen werden; er verschwindet mithin für jede geometrische Construction. Allein anders ist es mit langen Linien; bei ihnen wird sich der durch das Orientiren mit der Bouſſole begangene Fehler um so viel Mal vergrößern, als um wie viel Mal die Linie die halbe Länge der Magnetnadel in sich faßt. Je länger also die Standlinie und die Visirlinien sind, desto öfter wird man jene Versuche wiederholen müssen, um zum richtigen Resultat zu kommen. —

und man ist gezwungen, den mittlern der gefundenen Punkte vorläufig als richtig zu betrachten.

Hierauf errichte man in C eine Signalstange, begebe sich nach einem zweiten Punkt, D, bestimme dessen Lage, d, wie vorhin den Punkt C, stecke in d eine Stationsnadel, lege das Diopterlineal daran, visire nach C und ziehe die Visirlinie d c'. Trifft dieselbe den Punkt c, so erhöht sich die Wahrscheinlichkeit seiner vorigen Bestimmung. — Hat man hiernächst auch in D eine Signalstange errichtet, und einen dritten Punkt, E, in e festgelegt, von letzterem nach C und D visirt, schneidet die Visirlinie e c'' die vorher gezogene, d c', in dem Punkt c, und trifft die Visirlinie e d' den Punkt d, so kann man alle drei Punkte für richtig bestimmt annehmen, nun von e aus die Triangulation beginnen und die Punkte d und c zum Seitwärtsabschneiden benutzen. Sehr selten gestaltet sich indessen das Verhältniß so günstig. Meistentheils treffen die Visirlinien die festgelegten Punkte nicht, und man wird viele Punkte bestimmen müssen, ehe man endlich einen oder zwei findet, worin sich mehrere Visirlinien schneiden, die man daher als richtig annehmen und zur fernern Triangulation durch Vorwärts- und Seitwärtsabschneiden benutzen darf. Wird man daher bei einem so günstigen Zusammentreffen der Umstände, wie im angenommenen Falle, besorgt, und will man seiner Sache ganz gewiß sein, so visire man von E nach einem Punkt, F, über den man den Meßtisch aufstellen und von wo aus man die Punkte A, B, C und D sehen kann, ziehe die Visirlinie e f, begebe sich nach F, orientire dort den Meßtisch nach der in E errichteten Signalstange und schneide sich nach dem gegebenen Punkt, B, seitwärts ab. In den dadurch auf der Tablette gefundenen Punkt, f, stecke man eine Stationsnadel und visire von demselben nach A, C und D. Treffen diese Visirlinien gleichfalls die Punkte a, c und d der Tablette, so ist es gar keinem Zweifel unterworfen, daß die beiden letzteren, wie der Punkt e, eine vollkommen richtige Lage erhalten haben und der Triangulation mit Sicherheit zum Grunde gelegt werden können.

c. Mit Hülfe d. übrigen Winkelmeßinstrumente.

§. 326. Zwar kann auch mit Hilfe der übrigen Winkelmeßinstrumente die in Rede stehende Aufgabe gelöst und ein dritter und vierter Punkt festgelegt werden, ohne daß man sich weder in den Endpunkten der gegebenen Standlinie, noch in deren Alignement aufstellen kann; allein sowohl die geometrische Construction als die trigonometrische Berechnung, deren man sich

nach Ausführung der Winkelmessung zu diesem Zwecke bedienen muß, sind sehr complicirt*). Namentlich erfordert die geometrische Construction große Genauigkeit, wenn sie die gesuchten Punkte so scharf bestimmen soll, daß dieselben der Triangulation mit vollständiger Zuverlässigkeit zum Grunde gelegt werden können.

Muß zur Anwendung der geometrischen Winkelmeßinstrumente geschritten werden, so nehme man seitwärts der Standlinie AB, Fig. 177, irgend ein ihr nach dem Augenmaße möglichst parallel gelegenes Alignement CD an, und bezeichne die Punkte C und D mit Meßfahnen oder Signalstangen. Hierauf messe man in C die Winkel ACB = $\alpha$ und ACD = $\beta$, und in D die Winkel ADB = $\gamma$ und BDC = $\delta$, wodurch die Messung vollendet ist und alles Uebrige der geometrischen Construction oder trigonometrischen Berechnung überlassen bleibt.

Will man sich der geometrischen Construction zur Bestimmung der Punkte C und D nach ihrer verhältnißmäßigen Lage zu AB bedienen, so ziehe man in der Zeichnung durch den Punkt a eine gerade Linie, a d′, welche nach dem Augenmaße eben so zu ab gelegt wird, wie AD zu AB liegt, trage an diese den gemessenen Winkel $\gamma$ so an, daß dessen Schenkel, d′ b′, durch den Punkt b geht, welches mit Hilfe eines Lineals und Triangels durch Abschieben leicht zu bewirken ist, und daß $\angle$ a d′ b′ = $\gamma$ wird. Ferner trage man an b′ d′ in d′ den Winkel b′ d′ c′ = $\angle \delta$; an d′ c′ den Winkel $\beta$ so an, daß dessen zweiter Schenkel durch a geht und $\angle$ d′ c′ a = $\angle \beta$; endlich an den Schenkel a c′ in c′ den Winkel $\alpha$, so wird dessen zweiter Schenkel, gehörig verlängert, entweder den Punkt

*) Die Bouſſole macht hiervon eine Ausnahme. Mit ihr läßt sich die Lage des Standortes nach 2 gegebenen Punkten durch Rückwärtseinschneiden viel schneller bestimmen, als mit irgend einem anderen Instrumente. Leider gewährt ihre Bestimmung aber keine so große Genauigkeit, daß man die gefundenen Punkte zur Grundlage einer anderen als einer ganz flüchtigen Triangulation benutzen könnte. Man mißt nämlich von dem ganz willkürlich gewählten Standort, E, Fig. 174, die Declinationswinkel der von E nach den gegebenen Punkten A und B gehenden Visirlinien, EA und EB, trägt sie in der Zeichnung an die magnetische Nordlinie, x, so daß a′ e′ x der eine, x e′ b′ der andere wird, und zieht mit den Schenkeln derselben durch die Punkte a und b mittelst des Abschiebens die Parallellinien a e und b e, so giebt deren Durchschnittspunkt, e, die Lage des Standortes gegen a b an.

b treffen, oder die Linie d′b′ in irgend einem Punkt, b′, ſchneiden.

Trifft der verlängerte Schenkel c′b′ zufällig den Punkt b, was unter 1000 Fällen kaum ein Mal vorkommen dürfte, ſo ſind auch die Punkte C und D auf dem Felde durch die correſpondirenden Punkte, c′ und d′, in der Zeichnung richtig beſtimmt, und die Aufgabe iſt gelöſ't. Schneidet dagegen der verlängerte Schenkel c′b′ die Linie d′b′ oder deren Verlängerung in irgend einem Punkt, b′, ſo wird die Verbindungslinie ab′ zwiſchen ihm und dem Punkt a der verjüngten Standlinie mit der letzteren einen Winkel b′ab = x bilden, und um dieſen die Lage der Linien ad′, ac′, d′b′ und c′b′ berichtigt werden müſſen. Liegt der ∠ x, wie in unſerm Beiſpiele, über ab, ſo muß er an ad′ in a, und an bd′ in b links, liegt er unter ab, in a an ad′ und in b an bd′ rechts angetragen werden, wodurch ſich dann die Lage des Punktes D gegen AB im Durchſchnittspunkte, d, der berichtigten Linien, ad und bd, ergiebt. Rectificirt man nun auch die Linie ac′, indem der Winkel x im erſtern (unſern) Fall links, im andern rechts von ac′ in a angetragen, und ∠ cac′ = ∠ x wird; trägt man ferner auch den Winkel x in b′ eventualiter links oder rechts an b′c′, ſo daß ∠ c′b′c″ = ∠ x wird, und zieht man endlich mit b′c″ durch b eine Parallellinie, ſo wird dieſe die Linie ac in irgend einem Punkt, c, ſchneiden und durch den letzteren die Lage des terreſtriſchen Punktes, C, gegen AB richtig beſtimmen.

Der Beweis für die Richtigkeit der Conſtruction ergiebt ſich aus der Aehnlichkeit der Dreiecke und Figuren, denn da

∠α + ∠β = ∠BCD = ∠b′c′d′ u. ∠γ + ∠δ = ∠ADC = ∠ad′c′
∠δ = ∠BDC = ∠b′d′c′ ∠β = ∠ACD = ∠ac′d′

ſo iſt auch △ BCD ∽ △ b′c′d′ und △ ACD ∽ △ ac′d′

Da nun aber △ BCD und △ ACD } auf einerlei Grundlinie,
wie △ b′c′d′ und △ ac′d′ } CD und c′d′, ſtehen

ſo muß auch ABCD ∽ ab′c′d′ ſein.

Nach der Conſtruction iſt ferner:

∠ x = ∠ dad′ = ∠ dbd′ = ∠ cac′ = ∠ c′b′c″

mithin iſt auch ∠ bad = ∠ b′ad′ und ∠ abd = ∠ ab′d′
ferner ∠ bac = ∠ b′ac′ und ∠ abc = ∠ ab′c′

ſo iſt △ abd ∽ △ ab′d′ und △ abc ∽ △ ab′c′ *)

*) Wem der letzte Theil der Beweisführung nicht verſtändlich iſt, beachte, daß:

Da nun gleichfalls $\triangle$ abd und $\triangle$ abc } einerlei Grundlinie,
wie $\triangle$ ab'd' und $\triangle$ ab'c' } ab und ab', haben,

so iſt auch abcd ∞ ab'c'd'

und folglich abcd ∞ ABCD, was zu beweiſen war.

Soll die Lage der Punkte C und D gegen AB, zur Erzielung einer größeren Genauigkeit, als die geometriſche Conſtruction gewährt, trigonometriſch berechnet werden, ſo muß, da kein Winkel an der Standlinie bekannt iſt, mithin die geſuchte Länge der zu beſtimmenden Linien nicht im Verhältniß zu ihr berechnet werden können, eine Linie als bekannt angenommen, die verhältnißmäßige Länge der Stand- und anderen Linien danach berechnet und, wenn die Länge der Standlinie im Verhältniß zu jener angenommenen Linie gefunden iſt, nach dem Verhältniß, in dem dieſe Länge zu ihrer bekannten Länge ſteht, die wahre der übrigen Linien ermittelt werden. —

Am bequemſten legt man dieſer Rechnung die Linie CD, die gemeinſame Grundlinie der Triangel BCD und ADC, zum Grunde, weil an ihr die Winkel beider Triangel gemeſſen ſind, be-

$\angle$ b'ad' − $\angle$ b'ab = $\angle$ bad'
$\angle$ b'ad' − $\angle$ b'ab + $\angle$ dad' = $\angle$ bad' + $\angle$ dad' = $\angle$ bad
Da nun $\angle$ b'ab = $\angle$ dad'

so iſt $\angle$ b'ad' = $\angle$ bad.

Ferner $\angle$ abd' = $\angle$ ab'd' + $\angle$ x als äußere und innere gegenüberliegende Winkel
$\angle$ abd' − $\angle$ d'bd = $\angle$ abd = $\angle$ ab'd' + $\angle$ x − $\angle$ dbd'
Da nun $\angle$ x = $\angle$ dbd'.

so iſt $\angle$ abd = $\angle$ ab'd'

folglich $\triangle$ abd ∞ $\triangle$ ab'd'

Ferner $\angle$ b'ac' − $\angle$ b'ab = $\angle$ bac'
$\angle$ b'ac' − $\angle$ b'ab + $\angle$ c'ac = $\angle$ bac' + $\angle$ cac' = $\angle$ bac
Da nun $\angle$ b'ab = $\angle$ cac'

so iſt $\angle$ b'ac' = $\angle$ bac

Ferner $\angle$ d'bc = $\angle$ d'b'c'' da bc || b'c''
$\angle$ d'bc + $\angle$ dbd' = $\angle$ d'b'c'' + $\angle$ c''b'c' weil dbd' = c''b'c'

mithin $\angle$ dbc = $\angle$ d'b'c'

und $\angle$ dbc + $\angle$ abd = $\angle$ d'b'c' + $\angle$ ab'd' weil abd = ab'd'

folglich $\angle$ abc = $\angle$ ab'c'

so iſt auch $\triangle$ abc ∞ $\triangle$ ab'c'

berechnet sodann zunächst das Verhältniß der Längen BC und BD, darauf das von AC und AD gegen CD, und aus den Seiten AC und CB und dem eingeschlossenen Winkel die Länge von AB im Verhältniß zu AC, CB und CD, woraus sich endlich, da die wahre Länge von AB bekannt ist, die wahre Länge der übrigen Linien finden, und die Punkte C und D nach dem verjüngten Maßstabe auftragen lassen.

Ein Beispiel möge das Gesagte und die Weitläufigkeit dieses Verfahrens anschaulich machen. Es sei

1) gegeben: $AB = 554$ Ruthen.

2) gemessen: $\angle \alpha = 54° 28'$; $\angle \gamma = 56° 25'$

$\angle \beta = 29° 5'$; $\angle \delta = 33° 30'$

$\angle \alpha + \beta = 83° 33'$; $\angle \gamma + \delta = 89° 55'$

3) berechn.: $\angle \varepsilon = 180° - (83° 33' + 33° 30') = 180° - 117° 3' = 62°, 57'$

$\angle \eta = 180° - (89° 55' + 29° 5') = 180° - 119° 0' = 61°, 0'$

4) angenommen $CD = 100°$.

Nach §. 321. ist:

$$BC = \frac{CD.\ Sin.\ \delta}{Sin.\ \varepsilon} = \frac{100.\ Sin.\ 33° 30'}{Sin.\ 62° 57'}$$

$$BD = \frac{CD.Sin.\ \alpha+\beta}{Sin.\ \varepsilon} = \frac{100.\ Sin.\ 83° 33'}{Sin.\ 62° 57'}$$

$$AD = \frac{CD.\ Sin.\ \beta}{Sin.\ \eta} = \frac{100.\ Sin.\ 29° 5'}{Sin.\ 61° 0'}$$

$$AC = \frac{CD.Sin.\ \gamma+\delta}{Sin.\ \eta} = \frac{100.\ Sin.\ 89° 55'}{Sin.\ 61° 0'}$$

Führen wir die Rechnung wirklich aus, so ist:

$\log. BC = \log. 100 + \log. Sin. 33° 30' - \log. Sin. 62° 57'.$

$\log. 100 = 2.0000000$

$+ \log. Sin. 33° 30' = 9.7418895$

$11.7418895$

$- \log. Sin. 62° 57' = 9.9496876$

$\log. BC = 1.7922019$

$BC = 61{,}97°.$

$\log. BD = \log. 100 + \log. Sin. 83° 33' - \log. Sin. 62° 57'$

$\log. 100 = 2.0000000$

$+ \log. Sin. 83° 33' = 9.9972423$

$11.9972423$

$- \log. Sin. 62° 57' = 9.9496876$

$\log. BD = 2.0475547$

$BD = 111{,}57°.$

log. AD = log. 100 + log. Sin. 29° 5′ — log. Sin. 61°.

log. 100 = 2.0000000
+ log. Sin. 29° 5′ = 9.6867088
11.6867088
— log. Sin. 61° = 9.9418193
log. AD = 1.7448895
AD = 55,58°.

log. AC = log. 100 + log. Sin. 89° 55′ — log. Sin. 61°.

log. 100 = 2.0000000
+ log. Sin. 89° 55′ = 9.9999995
11.9999995
— log. Sin. 61° = 9.9418193
log. AC = 2.0581802
AC = 114,34°.

Da jetzt die vier Linien BC, BD, AD und AC, ihrem Längenverhältniß zu CD nach, ermittelt sind, so kann aus BC und AC und dem eingeschlossenen Winkel $\alpha$, oder auch aus AD und BD und dem eingeschlossenen Winkel $\gamma$, das Verhältniß, in dem die Länge der Linie AB zu der der Linie CD steht, berechnet werden. Diese Berechnung ist indessen nicht unmittelbar ausführbar, sondern es muß ihr die Bestimmung der Winkel an der Grundlinie AB vorausgehen. Nun wissen wir aber aus der Trigonometrie: daß in jedem Triangel die Summe zweier Seiten sich zur Differenz dieser Seiten verhält, wie die Tangenten von der halben Summe der denselben Seiten gegenüberliegenden Winkel zur Tangente der halben Differenz dieser Winkel, und mit Hilfe dieses Satzes lassen sich die Winkel ABC $= \vartheta$ und BAC $= \lambda$ finden; denn addirt man die gefundene halbe Summe und die gefundene halbe Differenz zusammen, so erhält man den größern von beiden Winkeln, und zieht man diese von jener ab, so findet sich der kleinere Winkel. Es wird demnach sich verhalten:

$$(AC + CB) : (AC - CB) = \text{tang.} \frac{\vartheta + \lambda}{2} : \text{tang.} \frac{\vartheta - \lambda}{2}$$

Nun ist aber $\angle \frac{\vartheta + \lambda}{2} = \frac{180 - \alpha}{2} = 90 - \frac{1}{2}\alpha$

folglich $(AC + CB) : (AC - CB) = \text{tang.}(90° - \frac{1}{2}\alpha) : \text{tang.} \frac{\vartheta - \lambda}{2}$

Mithin $\text{tang.} \frac{\vartheta - \lambda}{2} = \frac{(AC - CB) \cdot \text{tang.}\ (90° - \frac{1}{2}\alpha)}{AC + CB}$

Setzen wir nun die vorhin gefundenen Werthe in die Gleichung, so ist:

$$\text{tang.}\ \frac{\vartheta-\lambda}{2} = \frac{(114{,}34 - 61{,}97)\ .\ \text{tang.}\ (90^\circ - 27^\circ\ 14')}{114{,}34 + 61{,}97}$$

$$\text{tang.}\ \frac{\vartheta-\lambda}{2} = \frac{52{,}37\ .\ \text{tang.}\ 62^\circ\ 46'}{176{,}31}$$

$$\begin{aligned}
\log.\ 52{,}37 &= 1.7190826\\
+\ \log.\ \text{tang.}\ 62^\circ\ 46' &= 10.2884746\\
&\overline{12.0075572}\\
-\ \log.\ 176{,}31 &= 2.2462769\\
\text{also } \log.\ \text{tang.}\ \frac{\vartheta-\lambda}{2} &= 9.7612803\\
\text{folglich } \angle\ \frac{\vartheta-\lambda}{2} &= 29^\circ\ 59'\\
\text{Da nun } \angle\ \frac{\vartheta+\lambda}{2} &= 62^\circ\ 46'\\
\text{so ist der größere } \angle\ \vartheta &= 92^\circ\ 45'\\
\text{der kleinere } \angle\ \lambda &= 32^\circ\ 47'\\
\text{der gegebene } \angle\ \alpha &= 54^\circ\ 28'\\
\text{folglich die Summe der 3 Winkel } \vartheta, \lambda \text{ u. } \beta &= 180^\circ\ ,\ \text{wie es sein muß.}
\end{aligned}$$

Sind die Winkel gefunden, so ist die Seite AB nach §. 321. leicht berechnet; es wird nämlich:

$$AB = \frac{BC.\ \text{Sin.}\ \alpha}{\text{Sin.}\ \lambda} = \frac{61{,}97\ .\ \text{Sin.}\ 54^\circ\ 28'}{\text{Sin.}\ 32^\circ\ 47'}$$

$$\begin{aligned}
\text{also auch } \log.\ AB &= \log.\ 61{,}97 + \log.\ \text{Sin.}\ 54^\circ 28' - \log.\ \text{Sin.}\ 32^\circ 47'\\
\log.\ 61{,}97 &= 1.7921815\ ^*)\\
+\ \log.\ \text{Sin.}\ 54^\circ\ 28' &= 9.9105057\\
&\overline{11.7026872}\\
-\ \log.\ \text{Sin.}\ 32^\circ\ 47' &= 9.7335693\\
\log.\ AB &= 1.9691179\\
AB &= 93{,}14^\circ
\end{aligned}$$

Nun bleibt nur noch übrig, die für die Linien AC, AD, BC u. BD im Verhältniß zur Linie CD gefundenen Werthe auf die wahren Werthe im Verhältniß zur gegebenen Linie AB von 554° Länge zu-

*) Es ist hier der Logarith. für num. 61,97 aus der Tafel genommen worden, obwohl die Seite 385 gefundene logarithmische Function, nach der jener num. gesucht wurde, hier wieder hätte in Rechnung gestellt werden können. Da beide Verfahrungsarten dasselbe Resultat geben müssen, so ist es gleichgiltig, welcher man sich bedient.

rückzuführen. Dies geschieht durch einfache Proportionen; denn wie sich der vorläufig im Verhältniß zur Linie CD ermittelte Werth von AB zum wahren Werthe dieser Linie verhält, so müssen sich auch die vorläufig für die übrigen Linien berechneten Werthe zu den wahren Werthen derselben verhalten. Es wird mithin angesetzt werden müssen:

1) für BC. $93{,}14° : 554° = 61{,}97° : x.$

$$x = \frac{554 \cdot 61{,}97}{93{,}14.}$$

$x = 368{,}6°$ = wahrer Werth von BC.

2) für BD. $93{,}14° : 554° = 111{,}6° : x.$

$$x = \frac{554 \cdot 111{,}6}{93{,}14.}$$

$x = 663{,}6°$ = wahrer Werth von BD.

3) für AD. $93{,}14° : 554° = 55{,}58° = x.$

$$x = \frac{554 \cdot 55{,}58}{93{,}14.}$$

$x = 330{,}5_0$ = wahrer Werth von AD.

4) für AC. $93{,}14° : 554° = 114{,}3° = x.$

$$x = \frac{554 \cdot 114{,}3}{93{,}14.}$$

$x = 679{,}9°$ = wahrer Werth von AC.

Jetzt erst läßt sich durch das Auftragen dieser Linien nach dem verjüngten Maßstabe die Lage der Punkte C und D bestimmen. Wie einfach ist dagegen die Lösung dieser Aufgabe mit dem Meßtische!? —

Das Centriren d. Winkel.

§. 327. Bei Lösung der vorstehenden Aufgaben haben wir angenommen, daß man sich mit den Winkelmeßinstrumenten stets im Scheitelpunkt der zu messenden Winkel oder im Mittelpunkt des zum Standort gewählten Richtobjectes habe aufstellen können. Allein dies wird nicht immer möglich sein, wenn man die Lage von Thürmen, die keine Kuppel besitzen, in der man sich stationiren könnte, von Gebäuden, holländischen Windmühlen, oder anderen Gegenständen, die einen bedeutenden Umfang haben, bestimmen will; man wird vielmehr sehr häufig vor oder seitwärts von ihnen die Messung ausführen müssen. — Liegt der Standort des Instrumentes dann nicht zufällig mit dem Scheitelpunkte, C′, und den beiden Richtobjecten, A und B, des zu messenden Winkels in der Peripherie eines Kreises, wie AC′D, Fig. 178, in

welchem Falle der gemessene Winkel mit dem, ACB, am gegebenen Scheitelpunkt, C, gleich groß ist, weil beide auf gleichen Bogen, AB, ruhende Peripherie-Winkel sind, so erhält man einen andern Winkel als den gewünschten, und zwar einen größeren, wenn der Standort des Instrumentes innerhalb, und einen kleineren, wenn er außerhalb jenes Kreises liegt.

Weicht der Standort des Instrumentes nur um wenige Fuß von dem Scheitelpunkt des zu messenden Winkels ab, oder hat man keinen genauen Winkelmesser, etwa einen Reflector oder katoptrischen Zirkel, so wird man bei einer flüchtigen Triangulation oder bei Bestimmung von Punkten, von denen aus die Lage keiner anderen ermittelt werden soll, sich freilich mit dem gemessenen excentrischen Winkel begnügen können, weil der Fehler, den man dadurch sowohl bei der geometrischen als trigonometrischen Bestimmung der Lage jenes Punktes begeht, nur sehr gering und in der Zeichnung vielleicht kaum bemerk- oder meßbar sein dürfte. Allein soll eine genaue Triangulation zur Begründung einer größeren Vermessung ausgeführt oder sollen die festgelegten Punkte zur genauen Bestimmung anderer Punkte benutzt werden, so kann man den gemessenen excentrischen Winkel nicht für den wahren am Scheitelpunkt in Rechnung bringen, sondern man muß denselben erst auf den gegebenen Scheitelpunkt zurückführen. Dies nennt man das Centriren der Winkel.

In der Lage des Standortes des Instrumentes zum Scheitelpunkt des zu messenden Winkels können 5 Fälle vorkommen, die wohl berücksichtigt werden müssen, da sie ein anderes Verfahren in der Berechnung bedingen. Nämlich der Standort des Instrumentes kann:

1) vor dem Scheitelpunkt C, Fig. 178, zwischen beiden Schenkeln, AC und BC, wie D;
2) in einem Schenkel, wie E in BC;
3) zur Seite des Scheitelpunktes, wie F;
4) in der Verlängerung eines Schenkels, AC, über den Scheitelpunkt hinaus, wie G, und endlich
5) hinter dem Scheitelpunkt, wie H, liegen.

Für jeden dieser fünf Fälle läßt sich aus dem gemessenen Winkel, ADB, AEB, AFB, AGB oder AHB, die Größe des zu messenden Winkels, ACB, durch Rechnung finden, und zur Ausführung der letzteren eine besondere Formel entwickeln.

Für den ersten Fall: Fig. 179. Zieht man durch C und D eine gerade Linie, so ist

$$\angle o = \angle a + \angle m$$
$$\angle v = \angle n + \angle b$$
$$o + v = a + m + n + b$$

folglich $ADB = ACB + a + b$

$$ADB - a - b = ACB$$

Da nun nach §. 321. Sin. a : Sin. ADC = CD : AC

$$\text{so ist Sin. } a = \frac{\text{Sin. ADC} \cdot CD}{AC}$$

und Sin. b ; Sin. CDB = CD : BC

$$\text{Sin. } b = \frac{\text{Sin. CDB} \cdot CD}{BC}$$

Wenn wie gewöhnlich die Entfernungen der Punkte A und B im Verhältniß gegen die Entfernung des Standortes, D, von dem Scheitelpunkt, C, des zu messenden Winkels sehr groß sind, so werden auch die Winkel a und b sehr klein, und folglich kann man statt ihrer Sinus, ohne einen bedeutenden Fehler zu begehen, ihre Bogen in Rechnung setzen. Man erhält dann, wenn man die gefundenen Werthe für a und b in die obige Gleichung setzt, für den reducirten Winkel

$$\angle ACB = ADB - \left(\frac{\text{Sin. ADC} \cdot CD}{AC} + \frac{\text{Sin. CDB} \cdot CD}{BC}\right)$$

Gehen wir in den übrigen Fällen ähnlich zu Werke, so erhalten wir:

Für den zweiten Fall, Fig. 180:

$ACB = AEB - a$; weil AEB der äußere Winkel gleich den beiden innern gegenüberliegenden $ACB + a$.

Nun ist Sin. a : Sin. AEC = CE : AC

$$\text{folglich Sin. } a = \frac{\text{Sin. AEC} \cdot CE}{AC}$$

$$\text{und mithin } ACB = AEB - \frac{\text{Sin. AEC} \cdot CE}{AC}$$

Für den dritten Fall, Fig. 181:

$x = a + AFB = ACB + b$; weil der äußere Winkel

$ACB = AFB + a - b$ den beiden innern gegenüberliegenden gleich ist.

Nun ist aber Sin. a : Sin. AFC = FC : AC

$$\text{folglich Sin. } a = \frac{\text{Sin. AFC} \cdot FC}{AC}$$

Ebenso Sin. b : Sin. BFC = FC : BC

$$\text{Sin. } b = \frac{\text{Sin. BFC} \cdot FC}{BC}$$

Mithin auch $ACB = AFB + \frac{\text{Sin. AFC} \cdot FC}{AC} - \frac{\text{Sin. BFC} \cdot FC}{BC}$

Für den vierten Fall, Fig. 182:

$ACB = AGB + b$, weil der äußere Winkel den beiden innern gegenüberliegenden gleich ist.

Es ist aber $\text{Sin. } b : \text{Sin. } AGB = CG : BC$

folglich $\text{Sin. } b = \frac{\text{Sin. AGB} \cdot CG}{BC}$

Mithin auch $ACB = AGB + \frac{\text{Sin. AGB} \cdot CG}{BC}$

Für den fünften Fall, Fig. 183:

$ACB = AHB + a + b$, aus denselben Gründen wie im ersten Fall.

Nun ist $\text{Sin. } a : \text{Sin. } AHC = CH : AC$

folglich $\text{Sin. } a = \frac{\text{Sin. AHC} \cdot CH}{AC}$

und ebenso $\text{Sin. } b : \text{Sin. } BHC = CH : BC$

$\text{Sin. } b = \frac{\text{Sin. BHC} \cdot CH}{BC}$

Mithin auch $ACB = AHB + \frac{\text{Sin. AHC} \cdot CH}{AC} + \frac{\text{Sin. BHC} \cdot CH}{BC}$

Um aber diese Rechnung wirklich ausführen zu können, müssen:

1) die Entfernung des Standortes vom Scheitelpunkt des zu messenden Winkels oder vom Centrum der Station;
2) die Winkel, welche von der, die beiden Scheitelpunkte verbindenden Linie mit den Schenkeln des gemessenen Winkels gebildet werden, gemessen, und endlich
3) die Entfernungen der Richtobjecte vom Scheitelpunkt des zu bestimmenden Winkels oder vom Centrum der Station, entweder aus einer älteren Charte abgenommen, oder nach dem Augenmaße abgeschätzt werden. Ein bei Schätzung dieser Weiten begangener Fehler von einigen hundert Fuß kann nicht in Betracht kommen, da sie immer außerordentlich groß gegen die Entfernung des Standortes vom Scheitelpunkt, die immer nur wenige Fuß beträgt, ausfallen, und mithin die Größe der Winkel a und b nur um ein sehr Geringes ändern kann.

Ein Beispiel möge zur besseren Verständlichung dienen. Gesetzt es sollte der Winkel ACB, Fig. 181, gemessen werden; man könnte sich aber mit dem Winkelmeßinstrumente nicht im Centrum der Station C, sondern nur seitwärts des letzteren in F aufstellen. — Man würde sodann von diesem Standpunkt aus messen:

$\angle$ AFB = 80° 10′ 20″; und um denselben centriren zu können
$\angle$ AFC = 135° 13′ 25″ und
$\angle$ BFC = 55° 3′ 5″; ferner
die Entfern. des Standortes F vom Scheitelp. C = 1° 2′ 6″ = 1,26°
Endlich würde man aus einer älteren Charte, oder durch Abschätzung, die Entfernungen der Richtobjecte, A und B, vom Centrum der Station, C, und zwar
AC = 1500° und BC = 2200° bestimmen.

Da nun nach Nr. 3.

$$\angle ACB = \angle AFB + \frac{\text{Sin. AFC} \cdot CF}{AC} - \frac{\text{Sin. BFC} \cdot CF}{BC}$$

so ist auch $\angle ACB = 80°10'20'' + \frac{\text{Sin.}135°13'25'' \cdot 1{,}26°}{1500°} - \frac{\text{Sin.}55°3'5'' \cdot 1{,}26°}{2200°}$

Es ist $\frac{\log.\text{Sin.}135°13'25'' \cdot 1{,}26°}{1500°} = \log.\text{Sin.}135°13'25'' + \log.1{,}26° - \log.1500$

log.Sin.135°13′25″ = log.Sin.44°46′35″ = 9.8477834
+ log. 1,26° = 0.1003705
9.9481539
— log. 1500 = 3.1760913
6.7720626 giebt $\angle$ 2′ 2,1″

Ferner ist $\frac{\text{Sin.}55°3'5'' \cdot 1{,}26°}{2200°} = \log.\text{Sin.}55°3'5'' + \log.1{,}26° - \log.2200°$

log. Sin. 55° 3′ 5″ = 9.9136370
+ log. 1,26° = 0.1003705
10.0140075
— log. 2200° = 3.3424227
6.6715848 giebt $\angle$ 1′36,94″

Also $\angle$ ACB = 80° 10′ 20″ + 2′ 2,10″ — 1′ 36,94″
= 80° 10′ 20″ + 25,16″
= 80° 10′ 45,16″

Delambre'sche Formel z. Centriren der Winkel.

§. 328. So einfach das Centriren nach den vorstehenden Formeln auch ist, so hat es doch die große Unbequemlichkeit, daß man, um für den vorliegenden Fall die richtige Formel zu wählen, stets untersuchen oder durch Zeichnung einer Figur sich vergegenwärtigen muß, welche Lage der Standort des Instrumentes zum Scheitelpunkt des zu messenden Winkels hat. — Dieser Unbequemlichkeit wird man aber überhoben, wenn man sich der ganz allgemeinen Formel von Delambre bedient. Sie besteht aus zwei Gliedern, welche der Ausdruck der beiden kleinen, durch den Standort außerhalb des Scheitelpunktes C, Fig. 181, erzeugten Winkel, an den beiden gege-

denen Punkten A und B sind, und gewährt die größte Sicherheit und die leichteste Uebersicht, wenn sich ein Fehler eingeschlichen haben sollte. Ist

W der außerhalb des Scheitelpunktes genommene Winkel AFC
C der gesuchte Winkel ACB im Centrum der Station oder am Scheitelpunkt
P der Winkel CFB zwischen dem Centrum C, und dem zur linken Hand liegenden Gegenstand B
e die Entfernung CF vom Centrum des Instrumentes F zum Scheitelpunkt C
r die Entfernung zum Gegenstand zur Rechten, also AC
l die Entfernung zum Gegenstand zur Linken also, BC

so ist nach Delambre der gesuchte Winkel:

$$C = W + \frac{e \cdot \text{Sin.}(P + W)}{r \cdot \text{Sin.}\,1''} - \frac{e \cdot \text{Sin.}\,P}{l \cdot \text{Sin.}\,1''}$$

Bei dieser Formel darf man nur auf die algebraische Form der Sinus achten, nämlich alle Sinus von Winkeln unter 180° sind positiv und von Winkeln über 180° negativ. Ist z. B. $(W+P) > 180°$, so wird auch das vor $\frac{e \cdot \text{Sin.}(W+P)}{r \cdot \text{Sin.}\,1''}$ stehende +Zeichen in minus verwandelt, und die Formel heißt dann

$$C = W - \frac{e \cdot \text{Sin.}(P + W)}{r \cdot \text{Sin.}\,1''} - \frac{e \cdot \text{Sin.}\,P}{l \cdot \text{Sin.}\,1''}$$

Ist zugleich $P > 180°$, so geht das vor $\frac{e \cdot \text{Sin.}\,P}{l \cdot \text{Sin.}\,1''}$ stehende —Zeichen in + über, und die Formel heißt für $(P + W) > 180°$ und für $P > 180°$.

$$C = W - \frac{e \cdot \text{Sin.}(P + W)}{r \cdot \text{Sin.}\,1''} + \frac{e \cdot \text{Sin.}\,P}{l \cdot \text{Sin.}\,1''}$$

Endlich kann man sich zur Erleichterung der Rechnung, sowohl in diesem, wie in allen ähnlichen Fällen, in welchen mehrere negative Logarithmen von positiven zu subtrahiren sind, statt der negativen Logarithmen auch ihrer decadischen Ergänzungen (arithmetische Complemente) bedienen, und sie positiv ansetzen. Dann addirt man alle Logarithmen, und subtrahirt*) von der Totalsumme soviel Mal 10 Ganze, als man decadische Ergänzungen gebraucht, da man die letzteren erhält,

*) Es ist gleichgiltig, ob man von einer Zahl eine andere (kleinere als 10) subtrahirt, oder ob man zur ersteren die decadische Ergänzung der letztern addirt, und von der Summe wieder 10 abzieht, z. B. $17 - 8 = 17 + 2 - 10$, weil $+2 - 10 = -8$.

wenn man die in einer Tafel aufgesuchten Logarithmen sogleich von 10,000.... abzieht und die gefundene Zahl niederschreibt. Zur Bezeichnung der decadischen Ergänzung eines Logarithmus pflegt man Compl. Log. oder C. l. zu schreiben. — Ein Beispiel mag den Gebrauch der Delambreschen Formel und der decadischen Ergänzungen erläutern. Nehmen wir wie im vorigen §. an, daß:

$\angle W = 80°10'20''$; $\angle P = 55°3'5''$; $e = 1{,}26°$; $r = 1500°$ u. $[= 2200°$

so ist $C = 80°10'20'' + \frac{1{,}26°.\text{Sin.}(80°10'20''+55°3'5'')}{1500\ .\ \text{Sin.}\ 1''} - \frac{1{,}26°.\text{Sin.}55°3'5''}{2200\ .\ \text{Sin.}\ 1''}$

I. log.Sin.135°13'25''=log.Sin.44°46'35'' = 9.8477834
log. 1,26° = 0.1003705
Compl. log. 1500° = 6.8239087 — 10
Compl. log. 1'' = 5.3144251 — 10
22.0864877 — 20.
oder 2.0864877 = num.122,3''

II. log. Sin. 55° 3' 5'' = 9.9136370
log. 1,26° = 0.1003705
C. l. 2200° = 6.6575773 — 10
C. l. 1'' = 5.3144251 — 10
21.9860099 — 20.
oder 1.9860099 = num. 96,83''

folglich:

$C = 80°\ 10'\ 20'' + 122{,}03'' - 96{,}83''$
$= 80°\ 10'\ 20'' = 25{,}20'' = 80°\ 10'\ 45{,}20''$.

Das Centriren von Winkeln auf dem Meßtische.

§. 329. Steht man mit dem Meßtische so weit vom Centrum des Stationsortes oder vom Scheitelpunkt des zu messenden Winkels entfernt, daß auch auf ihm ein Centriren nöthig wird, so geschieht dies sehr einfach dadurch, daß man von dem auf der Tablette gefundenen Standpunkt nach dem im Scheitelpunkt befindlichen Richtobject eine Visirlinie zieht, die Entfernung des Standortes vom Scheitelpunkt mißt und auf jene Visirlinie, von dem für den Standort gefundenen Punkt aus, nach dem verjüngten Maßstabe aufträgt, wodurch sich nothwendig die richtige Lage des Objectes im Scheitelpunkt ergeben muß. — In der Regel wird aber die Entfernung des Standortes vom Scheitelpunkt so gering sein, daß sie nach den gewöhnlichen verjüngten Maßstäben gar nicht aufzutragen ist, mithin außer Acht gelassen werden kann.

### B. Wenn trigonometrisch berechnete oder überhaupt feste Punkte gegeben sind.

§. 330. Ist der auszuführenden Detailaufnahme eine trigonometrische Ortbestimmung oder allgemeinere Triangulation vorangegangen, so müssen für jede Section oder jedes Blatt der Aufnahme wenigstens **zwei Punkte** gegeben, d. h. auf jeder Section muß die Lage zweier Richtobjecte verhältnißmäßig zu einander aufgetragen sein, wenn die geometrische Netzlegung sogleich beginnen soll. Sind **mehr als zwei Punkte**, etwa drei oder vier, gegeben, so wird dadurch das Geschäft ungemein erleichtert. Die Entfernung zweier der gegebenen Punkte von einander kann als eine trigonometrisch gemessene Basis angesehen und aus den Punkten selbst, falls man sich in ihnen aufstellen kann, ohne weitere Vorbereitung die Triangulation begonnen werden. Ist aber nur **die Lage eines Punktes** auf dem Meßtischblatte bestimmt, so muß, bevor die Netzlegung beginnen kann, noch ein zweiter Punkt auf irgend eine Weise festgelegt sein.

Es können 2, 3 und mehr Punkte, oder auch nur 1 Punkt gegeb. sein.

#### a. Wenn nur zwei feste Punkte gegeben sind.

§. 331. Wenn nur zwei feste Punkte gegeben sind, so verfährt man, man mag sich auf beiden, nur auf einem oder auf keinem Punkt aufstellen können, ganz so, wie es in den §§. 319. bis 326. näher angeführt ist; denn für die Triangulation bleibt es ganz gleichgiltig, wie man zu diesen Punkten gekommen ist; wenn nur ihre Entfernung und ihre Lage auf der Section, oder auf dem Zeichnenpapier überhaupt, richtig bestimmt wurde.

a. Wenn nur 2 feste Punkte gegeben sind.

§. 332. Da die **Orientirboussole** wesentlich dazu beiträgt, dem Meßtisch schnell eine richtige Stellung zu geben, so wird es für den Detailaufnehmer eins der ersten Geschäfte sein, die Lage eines hohen freigelegenen Ortes auf der Tablette zu bestimmen, um auf ihm die Orientirboussole richtig einstellen zu können. Ein Thurm, auf dem viel Eisenwerk vorhanden ist, kann eben so wenig dazu benutzt werden, als irgend ein Standort in der Nähe von Nadelholz-Waldungen, von hohen Bergen umgeben, auf einer Wiese, unter der Wiesenerz verborgen sein kann, ꝛc., weil auf solchem die Magnetnadel irritirt wird. —

Einstellen der Orientirbouss. und deren Werth.

Sind trigonometrisch berechnete und astronomisch orientirte Punkte richtig auf die Tablette getragen, so ist die Abweichung der magnetischen von der wahren Nordlinie ganz leicht zu finden. Man stellt den Meßtisch auf einen geeigne-

ten entweder gegebenen oder durch die Triangulation bestimmten Punkt, und orientirt ihn nach irgend einem anderen ganz genau; dann werden die Meridiane, welche die westliche und östliche Grenze der Section bezeichnen, die Nordlinie, so wie die Parallelkreise, welche die nördliche und südliche Grenze derselben darstellen, die Ostlinie bilden. — Ist nun die Section so auf den Meßtisch getragen, daß ein Meridian mit der Kante des letztern parallel läuft, an welche die Orientirbouſſole geschraubt ist, so zeigt die Magnetnadel unmittelbar die Abweichung der magnetischen von der wahren Nordlinie an der Gradeintheilung in Graden und Gradtheilen an. Man hat also nur nöthig, sich diesen Grad oder den Declinationswinkel zu merken, und in der Folge, wenn man den Tisch nach dem wahren Norden orientirt aufstellen will, die Nadel wieder auf den vorbemerkten Grad einspielen zu lassen. Läuft kein Meridian mit einer Kante des Meßtisches parallel, oder hat die Bouſſole keinen Gradring, so schraubt man zur Bestimmung des Declinationswinkels, dieselbe vom Meßtische los, legt sie mit einer Kante der Messingplatte an die Nordlinie (den Meridian) und verfährt ganz auf die Weise, wie wir es im 3ten Abschnitt, §. 193., näher beschrieben haben. Ist die Bouſſole mit Gradeintheilung wieder angeschraubt, so bemerkt man sich den Grad, auf den die Nadel einspielt, und kann nach ihm überall den Meßtisch orientiren, wenn gleich die Nadel auch nicht den Declinationswinkel anzeigt. Der Bouſſole ohne Gradeintheilung giebt man dagegen, wenn sie wieder befestigt ist, indem man die Schraube, vermittelst welcher die Dose mit der Messingplatte verbunden wird, nachläßt, und die Dose herumdreht, eine solche Stellung, daß die Nadel gerade über die auf dem Dosenboden verzeichnete Nordlinie einspielt. Entbehrt die Orientirbouſſole diese Vorrichtung, so bleibt, um den Meßtisch nach ihr orientiren zu können, kein anderes Mittel übrig, als den Declinationswinkel oder die Linie, über welche die Magnetnadel einspielen muß, auf den Dosenboden zu zeichnen.

Will man sich mit Zuversicht im Verfolg der Arbeit auf die Orientirbouſſole verlassen können und überzeugt sein, daß bei ihrem Einrichten nichts die Magnetnadel irritirte, so muß man auf einigen anderen, sicher bestimmten Punkten ihre Stellung prüfen und nöthigenfalls corrigiren. — Hat die Orientirbouſſole eine richtige Stellung zur Section erhalten, so stellt man überall dort, wo man sich stationiren will, den Meßtisch vor-

läufig nach ihr auf und richtet ihn dann erst nach irgend einem anderen scharf bestimmten Richtobject genau ein.

b. Wenn mehr als zwei feste Punkte gegeben sind.

§. 333. Durch falsches Einschreiben, ungenaues Messen der Winkel oder durch eine Irrung in der Rechnung können Fehler in der Lage der gegebenen ktg. Punkte entstehen. Daher wird der Detailaufnehmer, bevor er die Triangulation beginnt, sich gern von der Richtigkeit der erhaltenen Punkte überzeugen; denn von dieser hängt die Zuverlässigkeit sowohl der geometrischen Netzlegung als seiner ganzen Arbeit ab. Sind drei oder mehrere trigonometrisch oder auf anderem Wege bestimmte Punkte gegeben, auf die Tablette getragen, und liegen sie nicht in einer geraden Linie, so wird es ihm leicht sein, die Fehler in der Lage derselben zu ermitteln. Zu diesem Zwecke stellt er sich auf einem der gegebenen Punkte, A, Fig. 184, mit dem Meßtische auf, orientirt die Tablette nach einem andern, B, zieht von a aus nach dem dritten, C, die Visirlinie und sieht, ob letztere den gleichnamigen Punkt c auf der Tablette schneidet. Ist dies der Fall, so ist mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß die festen Punkte richtig gegeben und aufgetragen sind. — Da es aber wohl vorkommen kann, daß der eine der beiden Punkte, B oder C, z. B. C, zwar im Alignement AC in c′ oder c″, allein nicht in c, wo er liegen sollte, aufgetragen ist, so wird es, wenn man seiner Sache ganz gewiß sein will, nöthig, noch einen anderen der gegebenen Punkte, z. B. B, zu besteigen, und auf ihm das vorige Verfahren zu wiederholen. Ergiebt sich nun hier, daß die von b nach C gezogene Visirlinie abermals den Punkt c auf der Tablette schneidet, so kann kein Zweifel mehr über die Richtigkeit der gegebenen Punkte obwalten. Trifft die Visirlinie aber jenen Punkt c nicht, sondern durchschneidet sie die Linie a c, entweder zwischen a und c in d oder deren Verlängerung in e, so kann nur ein vierter gegebener Punkt darüber entscheiden, welcher von jenen beiden Punkten, B oder C, richtig oder ob A unrichtig aufgetragen ist. Prüfung und Berichtig. der gegeb. Punkte.

Ist kein vierter Punkt gegeben, können aber von einem oder von mehreren festen Punkten einer anstoßenden Section die Punkte A, B und C, nur die beiden letzteren oder aber auch bloß einer derselben gesehen werden, so wird durch Hilfe jener Punkte ermittelt, welcher, ob A, B oder C, eine fehlerhafte Lage erhalten habe. Zu diesem Ende theilt man jede der vier Grenzlinien seiner Section in zwei gleiche Theile und verbindet

die sich gegenüberliegenden Theilpunkte durch gerade Linien. Jedes der dadurch entstandenen vier Vierecke bildet nun eine Section im halben Maßstabe der Aufnahme. In eine derselben trägt man die gegebenen Punkte a, b und c, unter denen einer fehlerhaft ist, und in eine oder in die übrigen drei kleinen Sectionen einige Punkte aus den anstoßenden gleichliegenden Sectionen im halben Maßstabe, begiebt sich nach den zu letzteren gehörigen terrestrischen Punkten, visirt von ihnen nach A, B und C, zieht die Visirlinien und ermittelt dadurch, welches der unrichtig aufgetragene Punkt ist. Ist derselbe gefunden, so kehrt man nach seiner Section zurück und berichtigt aus den beiden genau aufgetragenen Punkten die Lage des dritten. — Hat sich aber ermittelt, daß zwei der gegebenen Punkte eine falsche Lage haben, so muß aus den Punkten der anstoßenden Sectionen ihre richtige Lage bestimmt werden. *) Bei einem genauen

*) Ist die zu vermessende Section: Section III. 5. Gradabth. 52,31, hat die östlich angrenzende Section III. 6., unter drei trigonometrischen Punkten, D, E und F, einen, D, und die südlich angrenzende Section II. 5. zwei Punkte, G und H, aus denen man die für die erstere bestimmten Punkte, A, B und C, sehen kann, so würde man seine Section durch die Halbirungslinien, o u und v w, Fig. 184, in 4 Vierecke zerlegen, und das Viereck m o x v als Section III. 5., Viereck v x u n, als Section III. 6., und Viereck o p w x, als Section II. 5., im halben Maßstabe der Vermessung annehmen; sodann im Vierecke m o x v die gegebenen Punkte, a, b und c, im halben Maßstabe verhältnißmäßig eintragen, so daß $a'b' = \frac{1}{2}$ a b, $b'c' = \frac{1}{2}$ b c und $a'c' = \frac{1}{2}$ a c; ebenso im Viereck v x u n die Punkte d, e und f, und im Viereck o p w x die Punkte g und h, hierauf sich nach dem zu d gehörigen terrestrischen Punkt begeben, dort den Meßtisch orientirt aufstellen, und nach B und C aus d Visirlinien ziehen. Treffen diese den Punkt c', den Punkt b' aber nicht, so ist der erstere richtig, der letztere falsch. Es muß mithin die Lage des Punktes b' rectificirt werden. Dies geschieht am besten aus A und C im ganzen Maßstabe der Vermessung. Hätte sich aber auch die Lage des Punktes c' als unrichtig ergeben, so würde man sich, da von D aus die Lage jener Punkte nicht rectificirt werden kann, nach dem zu g gehörigen terrestrischen Punkt verfügen, dort den Meßtisch orientirt aufstellen, aus g nach B und C Visirlinien ziehen, und durch deren Schnitte mit den aus d gezogenen Visirlinien die Lage von b' und c' bestimmen. Zur Prüfung der gefundenen Punkte könnte man sich endlich noch nach dem zweiten Punkt dieser Section begeben, aus h gleichfalls Visirlinien nach B und C ziehen, und sich dadurch, daß diese gleichfalls die Punkte b' und c' schneiden, von ihrer vollkommenen Richtigkeit überzeugen. —

Verfahren ist dies zwar auch im halben Maßstabe ziemlich sicher zu bewerkstelligen; doch nimmt man hierzu nur dann seine Zuflucht, wenn kein anderes Mittel übrig bleibt.

Kann man sich auf keinem von drei gegebenen Punkten mit dem Meßtische aufstellen, oder von keinem derselben die anderen sehen, so schneidet man sich nach je 2 und 2 rückwärts ein. Z. B. in D nach AC, Fig. 185, dann in E nach BC, und endlich in F nach AB; markirt darauf zwei jener Standorte D und E durch Signalstangen, visirt vom dritten aus f nach C, D und E und zieht die Visirlinien. Treffen die letzteren den gegebenen Punkt c und die gefundenen Punkte d und e, so sind die drei gegebenen Punkte richtig; treffen die Visirlinien aber jene Punkte nicht, so muß wenigstens einer der gegebenen Punkte eine falsche Lage auf der Tablette erhalten haben.*) Welcher? wird wie vorhin aus einer der anstoßenden Sectionen mit Hilfe der für diese gegebenen Punkte ermittelt.

Sind die gegebenen Punkte richtig aufgetragen, so schreitet man sofort zur Triangulation. Hierbei müssen jedoch wieder mehrere Fälle von einander unterschieden werden.

Wenn man sich auf 3, 2 oder nur auf einem der gegeben. Punkte aufstell. kann.

§. 334. Wenn man sich auf drei, zwei oder nur auf einem der gegebenen Punkte aufstellen und vom letzteren wenigstens einen der übrigen Punkte sehen kann, so verfährt man bei Bestimmung der Lage der umherliegenden natürlichen und künstlichen Richtobjecte mit dem Meßtische durch Vorwärts- und Seitwärtsabschneiden ganz so, wie wir es oben in den §§. 319. bis 321. für ähnliche Fälle näher beschrieben haben.

Wenn man sich auf keinem von 3 gegeben. Punkten aufstellen kann.

§. 335. Kann man sich mit dem Instrumente auf keinem von drei gegebenen Punkten, die in ihrer Lage zu einander einen Triangel bilden, aufstellen, oder von keinem derselben einen anderen gegebenen Punkt sehen, so muß man zum Rückwärtseinschneiden nach zwei oder nach drei Punkten seine Zuflucht nehmen.

---

*) Zwar könnte man sich schon mit einer Aufstellung, z. B. in D, begnügen, und von dem gefundenen Punkt d nach B visiren und sehen, ob die Visirlinie den Punkt b auf der Tablette trifft. Allein ist A und C auf der Tablette durch a und c richtig gegeben, und liegt b zufällig im Alignement von DB, so führt das Verfahren zu keinem Resultat. Daher ist es immer sicherer, wenn man wenigstens zwei, und vollkommen sicher, wenn man drei Aufstellungen nimmt.

Rückwärtseinschn. nach 3 Punkt. durch Annäherung. — Bemerkungen darüber.

Das Rückwärtseinschneiden nach drei Punkten mit dem Meßtische ist indessen, wie wir gleich näher sehen werden, dem nach zwei Punkten vorzuziehen, weil man zu demselben nur einen Standort bedarf und mithin sich auf jedem Orte, wo man drei gegebene, oder im Verfolg der Arbeit bereits geschnittene Punkte sieht, stationiren kann. Von den vielen Methoden des Rückwärtseinschneidens nach drei Punkten, die zum Theil von Stubengelehrten erdacht sind, verdient die zuerst vom verstorbenen Major Lehmann bekannt gemachte den Vorzug, weil sie stets und bei einiger Uebung ziemlich rasch, zum Ziele führt, wenige Hilfslinien und keine anderen Werkzeuge erfordert, als die, welche jeder Aufnehmer bei sich führt, und minder verwickelt und viel genauer ist, als die meisten anderen Verfahrungsarten. Dem Anfänger kann sie vielleicht einige Schwierigkeiten verursachen, und bei den ersten Versuchen einige Zeit rauben, da die Lage des Standortes gegen die gegebenen terrestrischen Punkte versuchsweise oder durch Annäherung bestimmt wird, mithin ein reifes Beurtheilungsvermögen erfordert. Allein kennt er die Theorie genau, fehlt es ihm nicht an Augenmaß, und kann er durch eine gute Orientirboussole den Meßtisch möglichst genau orientirt aufstellen, bevor er das Rückwärtseinschneiden beginnt, so wird er bald eine solche Geschicklichkeit darin gewinnen, daß er meistens schon durch die erste, zweite oder höchstens dritte Annahme des gesuchten Punktes zum Ziele kommt. Niemand lasse sich also durch ein Mißlingen der ersten Versuche abschrecken, und selbst dann nicht, wenn er — auf einen ungünstigen Standort gerathen, und ohne gute Bousole — vielleicht stundenlang auf einer Stelle stehen muß, ehe er auf dem Meßtisch die Lage seines Standortes bestimmen kann. Jeder neue Versuch wird ihm weniger Zeit rauben, und ihn immer mehr mit der Lehmannschen Methode des Rückwärtseinschneidens befreunden.

Geometrische Sätze, auf welchen das Rückwärtseinschn. nach 3 Punkten beruht.

§. 336. Das Rückwärtseinschneiden nach drei Punkten begründet sich mit Ausnahme eines einzigen Falles, §. 338., der eigentlich dem Seitwärtsabschneiden angehört, auf folgende geometrische Sätze:

1. Wenn zwei ähnliche Triangel, **ABC** und **abc**, Fig. 186, in einer und derselben Ebene eine solche Lage zu einander erhalten, daß ihre gleichnamigen (homologen) Seiten mit einander parallel laufen, so schneiden die rückwärts gezogenen Richtungs- (Visir-) Linien, **Aa**, **Bb** und **Cc**, einander in einem gemeinschaftlichen Punkt, **d**, und es hat dieser Punkt im

Ver-

Verhältniß zu den Seiten dieselbe Lage zu dem kleinen Triangel, a b c, wie zu dem großen, ABC; denn ist a b || AB, die erstere Linie aber kürzer als die letztere, so werden sich die geraden Linien A a und B b gehörig verlängert in irgend einem Punkt, d, schneiden, die dadurch entstandenen Triangel, a b d und AB d, einander ähnlich, mithin ihre gleichliegenden Seiten verhältnißmäßig sein, und sich verhalten:

$$b\,d : B\,d = a\,b : AB.$$

Ist ferner b c || BC, b c aber kürzer als BC, so werden sich auch hier die rückwärts gezogenen Richtungslinien B b und C c gehörig verlängert in dem gemeinsamen Punkt D schneiden, die dadurch entstandenen Triangel, b c D und BCD, einander ähnlich, mithin ihre gleichliegenden Seiten verhältnißmäßig sein, und sich verhalten:

$$b\,D : BD = b\,c : BC.$$

Da nun aber nach der Annahme $\triangle$ ABC $\sim$ $\triangle$ a b c, und folglich

$$a\,b : AB = b\,c : BC$$

so muß auch $b\,d : B\,d = b\,D : BD$ sein.

Nun ist aber $B\,d - b\,d = B\,b$

und $BD - b\,D = B\,b$

folglich auch $B\,d = BD$

und mithin $B\,b + B\,d = B\,b + BD$

demnach $B\,b = BD$

Es werden also beide Durchschnittspunkte D und d in einen gemeinschaftlichen Punkt zusammenfallen, und wegen der Aehnlichkeit und Parallelität der Triangel sich verhalten:

$$d\,a : d\,b : d\,c = d\,A : d\,B : d\,C.$$

2. Laufen die homologen Seiten der beiden in einer Ebene liegenden ähnlichen Triangel a b c und ABC, Fig. 187, nicht mit einander parallel, so werden nach dem vorigen Satze auch die rückwärtsgezogenen und gehörig verlängerten Richtungslinien A a, B b und C c einander nicht in einem gemeinschaftlichen Punkt schneiden, sondern es werden vielmehr drei Durchschnittspunkte, d, e und f, entstehen; nämlich d durch die verlängerten Richtungslinien, A a und B b, e durch die verlängerten A a und C c, und endlich f durch die verlängerten B b und C c. — Der kleine Triangel d e f, dessen Winkelspitzen die Durchschnittspunkte der rückwärtsgezogenen Visirlinien sind, wird das fehlerzeigende Dreieck genannt, weil es die fehlerhafte, nicht parallele Lage des Triangels a b c gegen ABC anzeigt.

3. Wenn nun auch aus dem Vorhandensein eines fehlerzeigenden Dreiecks stets auf die nicht parallele Lage des kleinen Triangels mit dem großen geschlossen werden kann, so darf umgekehrt aus dem Nichtentstehen desselben doch nicht allemal gefolgert werden, daß die homologen Seiten beider Triangel parallel und die letztern gleichmäßig liegen. Denn haben die Grundlinien AC und a c der Triangel ABC und a b′ c, Fig. 186, eine parallele Richtung, während die Triangel selbst entgegengesetzt liegen, so werden dessen ungeachtet, aus leicht erweislichen Gründen, die rückwärts gezogenen Richtungslinien einander in einem gemeinschaftlichen Punkt, d, schneiden. — Allein man kann wohl mit Recht voraussetzen, daß bei der praktischen Ausführung des Rückwärtseinschneidens nach 3 Punkten eine solche irrthümliche Lage des kleinen Dreiecks gegen das große nicht gut möglich, oder vom Detailaufnehmer doch stets zu vermeiden ist, da er wissen, oder während der Operation selbst, sehen muß, ob das große Dreieck die Lage von ABC oder die entgegengesetzte habe, und mithin dem kleinen Dreieck die correspondirende geben kann. Es genügt daher vollständig, auf diesen Fall aufmerksam gemacht und dadurch den Detailaufnehmer gewarnt zu haben, aus Unachtsamkeit in einen Fehler zu verfallen, welcher sich im Fortgange seiner Arbeit sehr bestrafen müßte.

Welche Lage der Standort oder der zu bestimmende Punkt gegen die ein. Triangel bildenden gegeb. Punkte haben kann.

§. 337. Was nun endlich die Lage des gewählten Standortes oder des zu suchenden Punktes gegen die drei gegebenen Punkte, welche in ihrer Lage zu einander einen Triangel bilden, betrifft, so kann dieselbe eine sechsfache sein. Nämlich der Standort kann:

1) innerhalb des gegebenen Triangels, wie a, im Triangel ABC, Fig. 188;
2) in einer Seite des Triangels oder in deren Verlängerung, wie b und b′;
3) außerhalb des Triangels aber noch innerhalb des Kreises, den man sich durch die drei Winkelspitzen A, C und B des ersteren gelegt denkt, wie c;
4) außerhalb des Triangels, aber in der Peripherie des Kreises, wie d;
5) außerhalb des Triangels und Kreises, aber einer Seite des ersteren gegenüber, wie e, und endlich
6) außerhalb des Triangels und Kreises, aber einer Winkelspitze des ersteren gegenüber, oder zwischen den verlängerten, in jener Winkelspitze sich schneidenden Dreiecksseiten, wie f,

liegen. In welcher dieser Lagen der auf dem Meßtisch zu bestimmende Standort zu dem gegebenen Dreieck sich befindet, ergiebt sich während des Rückwärtseinschneidens aus der Lage des durch die Visirlinien entstandenen fehlerzeigenden Dreiecks und wenn man sich durch die drei gegebenen Punkte auf dem Meßtische einen Kreis gezogen denkt. Z. B. liegt das fehlerzeigende Dreieck innerhalb des Kreises, aber außerhalb des Dreiecks, so liegt auch der zu suchende Punkt innerhalb des ersteren und außerhalb des letzteren.

Der zweite der genannten Fälle gehört eigentlich dem Seitwärtsabschneiden an, und im vierten ist die Bestimmung des gesuchten Punktes nicht möglich, wie wir in §. 350 näher sehen werden. Gehen wir die verschiedenen Fälle näher durch.

§. 338. 1. Kann man sich im Alignement zweier von drei gegebenen Punkten oder in einer Seite AB, Fig. 189, des von drei gegebenen Punkten gebildeten Triangels oder in der Verlängerung CE einer Seite AC aufstellen, so wählt man einen Standort D oder D′, der eine weite Umsicht gestattet, und aus dem man den 3ten Punkt C oder B unter keinem zu spitzen Winkel mit der Alignementslinie, wie mehrere andere ausgezeichnete Richtobjecte unter günstigen Winkeln sehen kann, stellt in ihm den Meßtisch horizontal auf, und orientirt ihn nach AB oder AC, so daß die verjüngte Linie, a b oder a c, mit jener terrestrischen in einerlei vertikalen Ebene liegt. Sodann steckt man in den dritten gegebenen Punkt, c oder b, eine Stationsnadel, legt das Diopterlineal daran, visirt nach dem ihm zugehörigen Punkt, C oder B, auf dem Terrain, zieht die Visirlinien C c oder B b, rückwärts, bis sich die Alignementslinie a b oder c d′ in d oder d′ schneidet, und erhält durch den Durchschnittspunkt die Lage des Standortes D oder D′ auf dem Meßtischblatte bestimmt.

1. Wenn der Standort in einer Seite des gegeb. Triangels oder in deren Verlängerung liegt.

a. Mit dem Meßtische.

Hierauf stellt man die Orientirbouſſole richtig ein, zieht nach allen ausgezeichneten, nah und fern gelegenen Richtobjecten Visirlinien, versieht diese mit Nummern, trägt die letztern mit den dazu gehörigen Namen in das Register der anvisirten Punkte, verläßt den Standort, nachdem man in ihm eine Signalstange errichtet hat, geht nach einem anvisirten Punkte, von dem aus man einen der gegebenen und viele andere Richtobjecte sehen kann, bestimmt ihn durch Seitwärtsabschneiden, und fährt dann ganz auf die bekannte Weise (§. 319.) mit der Triangulation fort.

b. Mit den übrigen Winkelmeßinstrumenten.

§. 339. Kann man sich nicht des Meßtisches bedienen, sondern ist man gezwungen statt seiner den Reflector oder irgend einen andern Winkelmesser zur Bestimmung des Punktes D oder D′ zu benutzen, so stellt man sich in diesem Punkt auf, mißt den Gesichtswinkel ADC oder CD′B, und findet den gesuchten Punkt:

1) mittelst einer geometrischen Construction, wenn man den Winkel ADC oder CD′B an irgend einen Punkt f der Linie a b, oder an f′ der Linie c d′, so anträgt, daß a f g = ADC oder c f′ g′ = CD′B, hierauf an f g oder f′ g′ einen Triangel und an letzteren ein Lineal legt, und durch den Punkt c oder b mit Hilfe des Abschiebens die Parallellinien c d mit f g oder b d′ mit f′ g′ zieht. Dann wird der Durchschnittspunkt d oder d′ derselben mit a b, oder mit der Verlängerung c d′, der gesuchte Punkt sein.

2) mittelst trigonometrischer Berechnung, indem man nach §. 321. schließt:

a. zur Bestimmung von D:

$$\text{Sin. ADC} : \text{Sin. ACD} = \text{AC} : \text{AD}$$

$$\text{AD} = \frac{\text{AC} \cdot \text{Sin. ACD}}{\text{Sin. ADC}}$$

b. zur Bestimmung von D′:

$$\text{Sin. CD′B} : \text{Sin. CBD′} = \text{CB} : \text{CD′}$$

$$\text{CD′} = \frac{\text{CB} \cdot \text{Sin. CBD′}}{\text{Sin. CD′B.}}$$

Da im ersteren Falle der ∠ ADC gemessen und ∠ CAD gegeben ist, so ist auch ∠ ACD bekannt. Ebenso ist im zweiten Falle ∠ CD′B gemessen, ∠ ACB gegeben, mithin ∠ BCD′ und ∠ CBD′ bekannt.

2. Wenn der Standort innerhalb d. geg. Triangels liegt.

§. 340. 2. Liegt der zu bestimmende Standort D innerhalb des gegebenen Triangels ABC, Fig. 190, so sucht man dem Meßtische in D entweder nach dem Augenmaße, oder mittelst der Orientirbouſſole, falls letztere richtig

a. Mit dem Meßtische.

eingestellt sein sollte, eine solche Stellung zu geben, daß die Seiten des auf ihm verzeichneten verjüngten Dreiecks a b c mit den homologen Seiten des terrestrischen eine möglichst parallele Lage erhalten. Sodann steckt man in die Winkelpunkte des kleinen Dreiecks Stationsnadeln, legt das Diopterlineal daran, visirt nach den ihnen zugehörigen Punkten auf dem Terrain und zieht die Visirlinien rückwärts, so werden dieselben entweder in einem Punkte einander schneiden, und

dann ist dieser der gesuchte, oder sie werden, genugsam verlängert, ein fehlerzeigendes Dreieck bilden. Im letztern Falle liegt der gesuchte Punkt innerhalb dieses fehlerzeigenden Dreiecks, und seine Entfernungen von dessen Seiten oder von den Visirlinien verhalten sich zu einander wie die correspondirenden Entfernungen der Winkelpunkte des gegebenen Dreiecks von dem zu suchenden Standpunkte.

Um nun die Lage des gesuchten Punktes im fehlerzeigenden Triangel zu bestimmen, vergleicht man die Entfernungen des Ortes, auf dem man sich befindet, von den gegebenen terrestrischen Punkten mit einander, ermittelt ihr Verhältniß, welches nur einigermaßen richtig in ganzen Zahlen, d. h. in Einer*) angegeben zu werden braucht, zu einander, und bemüht sich, nach dem Augenmaße innerhalb jenes Triangels einen Punkt zu finden, der eine solche Lage hat, daß die von ihm auf die Dreiecksseiten gefällten Perpendikel sich zu einander so verhalten, wie die correspondirenden Entfernungen. Glaubt man einen solchen Punkt, d, gefunden zu haben, so markirt man denselbeu durch einen Bleistiftspunkt, zieht von ihm ohne Gebrauch eines anderen Werkzeuges nur mit dem Bleistift nach dem Augenmaße 3 Perpendikel auf die rückwärts gezogenen Visirlinien, und untersucht, ob sie in dem verlangten Verhältniß zu einander stehen. Ist dies der Fall, so macht man in jenen Punkt einen feinen Nadelstich, reibt die mit Bleistift zart gezogenen Visirlinien und Perpendikel aus, steckt Stationsnadeln in jenen Punkt und in den nächsten der auf der Tablette gegebenen Punkte, legt das Diopterlineal daran, und dreht den Meßtisch vermittelst der Mikrometerschraube so lange, bis das Haar des Objectivdiop-

*) Da das fehlerzeigende Dreieck nach einer sorgsamen Aufstellung des Meßtisches in der Regel sehr klein gegen das gegebene Dreieck ausfällt, so werden auch die Entfernungen des gesuchten Punktes von den Visirlinien im Verhältniß zu den Entfernungen von den gegebenen Punkten noch um Vieles kleiner werden. Mithin äußert ein Fehler der bei Abschätzung der letzteren wegen der unbekannten Lage des gesuchten Punktes begangen wird, auf das Verhältniß der noch viel kleineren Entfernungen jenes Punktes von den Visirlinien keinen wesentlichen Einfluß, und folglich wird die Abschätzung nach Einern vollkommen ausreichend sein. Dem Anfänger ist indessen zu rathen, das Verhältniß, in dem jene Entfernungen zu einander stehen, durch Hilfe des Zirkels zu ermitteln, und nur nach erlangter Uebung im Schätzen denselben wegzulegen.

ters den gleichnamigen terreſtriſchen Punkt deckt. Hierauf legt man das Diopterlineal ſucceſſive an die beiden andern auf der Tablette gegebenen Punkte und den gefundenen, und viſirt nach den dazu gehörigen terreſtriſchen. Werden dieſe von den Viſirſtrahlen getroffen, ſo hat man den richtigen Punkt gefunden und den Meßtiſch richtig orientirt; werden aber beide, oder wird nur einer jener Punkte von dem Viſirſtrahl nicht getroffen, ſo hat man auch noch nicht den geſuchten Punkt gefunden, und das vorige Verfahren muß, und zwar ſo oft, wiederholt werden, bis endlich alle gegebenen terreſtriſchen Punkte von den Viſirſtrahlen getroffen werden. — Iſt bei der Wiederholung des beſchriebenen Verfahrens der fehlerzeigende Triangel kleiner geworden, ſo hat man ſich dem Ziele genähert, iſt er größer geworden, von demſelben entfernt, und irgend wo einen Fehler begangen. — Verfährt man richtig, ſo muß zuletzt das fehlerzeigende Dreieck in dem Punkte verſchwinden, in dem ſich die drei rückwärts gezogenen Viſirlinien ſchneiden. Dieſer allmäligen Annäherung wegen heißt auch das Verfahren das Rückwärtseinſchneiden durch Annäherung. Wer ein gutes Augenmaß beſitzt, wird häufig ſchon nach der erſten Wiederholung zum Zwecke kommen. Ueberhaupt iſt das Verfahren bei nur einiger Uebung in viel kürzerer Zeit ausführbar, als es nach dieſer Beſchreibung erſcheinen möchte. Orientirt man den Meßtiſch nach dem entfernteſten der gegebenen Richtobjecte, ſo fallen die bei Aufſuchung des gegebenen Punktes begangenen Fehler nicht ſo in die Augen, als wenn er nach einem der nächſten eingerichtet wird, weil die Abweichung des Viſirſtrahles bei gleichem Fehler auf einer großen Entfernung natürlich viel merklicher hervortreten muß, als bei einer geringeren. Daher iſt es, wenn man genau verfahren will, gerathen, den Tiſch, ſobald man den geſuchten Punkt gefunden zu haben vermeint, nach einem der nächſten gegebenen Gegenſtände zu orientiren.

Beweis, daß der zu ſuchende Punkt im fehlerzeigenden Triangel liegen muß und daß ſeine Entfernungen von den Viſirlinien, mit den correſpondirenden Entfernungen von den Punkten, aus welchen dieſelben gezogen werden, im Verhältniß ſtehen.

Geſetzt △ abc, Fig. 191, ſei ähnlich △ ABC, und habe mit dieſem eine gleiche und parallele Lage, ſo daß die homologen Seiten ab || AB, bc || BC und ac || AC, ſo werden die rückwärts gezogenen Viſirlinien Aa, Bb und

Cc, gehörig verlängert, sich nach §. 336. 1. im gemeinschaftlichen Punkt d schneiden. Dreht man nun die Tablette oder das Dreieck abc um den Punkt d*) beliebig herum, so daß letzteres irgend eine nicht parallele Lage mit △ ABC erhält, z. B. die von a′b′c′, und zieht durch die Winkelpunkte a′, b′ und c′ die Visirlinien Aa′, Bb′ und Cc′ rückwärts, so werden diese gehörig verlängert, das fehlerzeigende △ mno um den Punkt d beschreiben.

Bewegt man jetzt das △ a′b′c′ wieder um den Punkt d zurück, so wird auch die rückwärts gezogene Visirlinie Aa′m sich desto mehr der Visirlinie Aad nähern, je näher a′ gegen a vorrückt, desgleichen die Visirlinien Bb′n der Linie Bbd und Cc′o der Linie Ccd, und mithin das fehlerzeigende Dreieck mno immer kleiner werden und zuletzt wenn Aa′m mit Ad, Bb′n mit Bd und Cc′o mit Co zusammenfällt, △ a′b′c′ mit △ abc zur Deckung gebracht ist, im Punkte d verschwinden. Bringt man △ a′b′c′ wieder in seine frühere Lage zurück, so wird auch sofort, wenn Am die Linie Ad, Bn die Linie Bd und Co die Linie Cd verläßt, das fehlerzeigende △ mno um den Punkt d entstehen. Es kann also der Punkt d nur innerhalb des fehlerzeigenden Triangels mno liegen.

Um zu beweisen, daß die Entfernungen $d\alpha$, $d\beta$, $d\gamma$ des gesuchten Punktes d von den Seiten mo, mn und no des fehlerzeigenden △ mno sich zu einander verhalten, wie seine correspondirenden Entfernungen ad, bd und cd von den gegebenen Punkten, fälle man vom Punkte d auf die Seiten jenes Dreiecks die Perpendikel $d\alpha$, $d\beta$ und $d\gamma$ und weise die Gleichheit der Winkel $dAm = x$, $dBn = y$ und $dCo = z$

*) Beim Gebrauche des Meßtisches kann allerdings das ähnliche oder gegebene △ abc nicht um den zu bestimmenden Punkt, d, sondern nur um den Zapfen des Meßtisches gedreht werden. Es ist jedoch leicht einzusehen, daß dieser Fehler nicht in Anschlag gebracht werden kann, weil man den Meßtisch durch die horizontale Bewegung um seinen Cylinder in eine solche Lage zu bringen vermag, daß die Seiten des gegebenen Dreiecks nach Belieben eine parallele oder nicht parallele Lage mit den homologen Seiten des terrestrischen bekommen, und kann man ihm eine parallele Lage geben, so müssen auch die aus den drei Winkelspitzen des gegebenen Dreiecks nach den gleichnamigen des terrestrischen Dreiecks rückwärts gezogenen Visirlinien sich in einem Punkte schneiden.

nach, weil jene Perpendikel als die Sinus dieſer Winkel *) anzuſehen ſind. Der Beweis der Gleichheit der Winkel x, y und z kann aber nur geführt werden, wenn wir zeigen, daß die Triangel Aa'd, Bb'd und Cc'd einander ähnlich ſind.

Denken wir uns, daß ſich das Dreieck abc um den Punkt d in die Lage von a'b'c' bewegt, ſo beſchreiben die Winkelpunkte a, b und c deſſelben ähnliche Bogen aa', bb' und cc' von gleichen Graden mit ungleichen Radien, ad, bd und cd. Dem zufolge iſt

$\angle$ ada' = $\angle$ bdb' = $\angle$ cdc'. Es verhält ſich aber auch:

Ad : ad = Bd : bd = Cd : cd; weil im $\triangle$ AdB Seite ab || AB
$\triangle$ BdC . . bc || BC
$\triangle$ AdC . . ac || AC

Ad : a'd = Bd : b'd = Cd : c'd; weil als Radien ad = a'd
bd = b'd
cd = c'd

mithin $\triangle$ Aa'd ∽ $\triangle$ Bb'd ∽ $\triangle$ Cc'd; weil die den gleichen Winkel einſchließend. Seiten proportional ſind.

alſo auch $\angle$ x = $\angle$ y = $\angle$ z.

und da die Sinus gleicher Winkel ſich wie ihre Radien verhalten, ſo iſt auch:

$d\alpha : dA = d\beta : dB = d\gamma : dC$

oder $d\alpha : da' = d\beta : db' = d\gamma : dc'$, was zu beweiſen war.

b. Mit den übrigen Winkelmeßinſtrumenten durch geometr. Conſtruction.

§. 341. Muß man ſich zum Stationiren des Reflectors oder eines der anderen Winkelmeßinſtrumente bedienen, ſo mißt man vom gewählten Standorte, D, Fig. 192, aus die Winkel v und w, die derſelbe mit den Richtobjecten A und B wie mit B und C macht, und findet die Lage des geſuchten Punktes auf folgende Weiſe durch geometriſche Conſtruction.**) Man verbindet in der Zeichnung die gegebe-

*) Die Winkel x, y und z werden die Verbeſſerungswinkel genannt, weil ſie entſtehen, wenn $\triangle$ abc keine parallele Lage mit $\triangle$ ABC hat, deſto größer werden, je mehr, deſto kleiner, je weniger $\triangle$ abc von der parallelen Lage abweicht, und endlich verſchwinden, wenn es dieſe Lage durch eine verbeſſerte Stellung des Meßtiſches gewonnen hat.

**) Wie die Lage des geſuchten Punktes durch trigonometriſche Berechnung gefunden wird, werden wir in §. 353. näher entwickeln; wie mit Hilfe der Bouſſole, ſagten wir bereits in der

nen Punkte a und c durch eine gerade Linie, verlängert diese über a und c hinaus bis f und g, trägt den links gemessenen Winkel v rechts in c so an c g, daß ∠ v′ = ∠ v, und den rechts gemessenen Winkel w links in a so an a f, daß ∠ w′ = ∠ w wird, und die gehörig verlängerten Schenkel derselben sich unter a c in irgend einem Punkte, e, schneiden, so wird der gesuchte Punkt d in der geraden Linie zwischen dem Durchschnittspunkte e und dem mittelsten der gegebenen Punkte, b, liegen. — Um seine Lage zu bestimmen, trage man die durch die Schenkel a e und c e der construirten Winkel w′ und v′ und die Linie b e entstandenen Winkel o und n, in c und a, so an die Grundlinie a c, daß der links von b e liegende Winkel, o, rechts an c in o′, und der rechts von b e liegende Winkel, n, links an a in n′ zu liegen kommt, so werden sich ihre verlängerten Schenkel, c d und a d, wenn die Construction genau ausgeführt wurde, in der Linie b e im gesuchten Punkt, d, schneiden. — Geschieht dies nicht in b e, so ist im Auftragen der Winkel irgend ein Fehler vorgefallen, welcher aufgesucht und rectificirt werden muß.

Um die Richtigkeit dieser Construction zu beweisen, nehme man an, daß △ a b c eine gleiche und parallele Lage mit △ ABC habe, und daß d der bereits gefundene Punkt D sei. Legt man nun durch die gegebenen Punkte a und c, und den gefundenen Punkt, d, einen Kreis, so wird dieser von der über d hinaus gehörig verlängerten Visirlinie B b d in irgend einem Punkt, e, geschnitten werden. Zieht man hierauf die Linien a e und c e, und verlängert a c über a und c hinaus bis f und g, und e a und e c über a und c hinaus bis h und i, so wird:

∠ a e d = ∠ a c d
∠ c e d = ∠ c a d } weil sie auf gleichen Bogen ruhende Peripherie-Winkel sind.

∠ f a e = ∠ h a c
∠ g c e = ∠ i c a } als Scheitelwinkel.

∠ h a c = ∠ b d c, weil beide durch die auf gleichen Bogen stehenden Peripherie-Winkel c a e und c d e zu 2 R ergänzt werden.

---

Note zu §. 326. Wir haben daher hier nur noch zu bemerken: daß, wenn die, durch die drei gegebenen Punkte gezogenen, Parallellinien mit den an die magnetische Nordlinie angetragenen Schenkeln der Declinationswinkel, sich in einem gemeinsamen Punkt schneiden, die gefundene Lage des Standortes als genau bestimmt betrachtet werden darf.

$\angle$ ica = $\angle$ adb, weil wiederum beide durch die auf gleichen Bogen ruhenden Peripherie-Winkel ace und ade zu 2 R ergänzt werden.

folglich muß $\angle$ bdc = $\angle$ fae = w', dem gemessenen Sehewinkel von D mit B und C

und $\angle$ adb = $\angle$ gce = v', dem gemessenen Sehewinkel von D mit A und B,

was durch die Construction erreicht werden sollte.

Anwend. der geometr. Construct. durch Umtragung d. Peripherie-Winkel auf das Rückw.-einschn. mit dem Meßtisch.

§. 342. Der so eben beschriebenen Construction kann man sich auch zur Bestimmung des gesuchten Punktes d auf dem Meßtische bedienen, und die Gesichtswinkel ADB und BDC, Fig. 192, vom Standorte D nach den gegebenen Punkten, A u. B, wie B und C sofort mit dem Diopterlineal an die Linie ac in a und c antragen. Dies geschieht, wie folgt. Man giebt dem Meßtische, indem man das Diopterlineal an ac legt, in D eine solche Stellung I., Fig. 193, daß ac mit AD in einer vertikalen Visirebene liegt, steckt in c eine Stationsnadel, legt das Diopterlineal daran, visirt nach B und zieht die Visirlinie ce, so wird der Winkel ica = gce = dem Gesichtswinkel ADB sein. Hierauf bringt man ac in die vertikale Visirebene D'C', so daß der Tisch die Stellung II. erhält, steckt in a eine Stationsnadel, visirt von a nach B' und zieht die Visirlinie ae rückwärts, so wird der Winkel hac = fae = dem Gesichtswinkel B'D'C' sein, und bei genugsamer Verlängerung die Visirlinie ae die Visirlinie ce in einem Punkt, e, schneiden. Jetzt steckt man in b' und e' Stationsnadeln, legt das Diopterlineal daran, und dreht den Meßtisch so lange herum, bis das Richtobject B'' vom Haare des Objectivdiopters gedeckt wird, und der Meßtisch in Stellung III. orientirt ist. Zieht man endlich von a und c aus die Visirlinien A''a und C''c rückwärts, so werden diese, gehörig verlängert, einander in irgend einem Punkt, d, schneiden. Liegt derselbe in der Linie b'e', so giebt er die richtige Lage des Standortes D'' auf der Tablette an; schneiden sich die Visirlinien aber nicht in b'e', so ist irgend ein Fehler vorgefallen, und das Verfahren muß wiederholt werden.

So schnell diese Methode des Rückwärtseinschneidens auch zum Zwecke führen kann, so ist sie doch nur dort anwendbar, wo die gehörig verlängerten Schenkel ae und ce sich noch auf dem Meßtische schneiden, und wenn b und e eine so entfernte

Lage von einander haben, daß man nach ihnen mit Sicherheit den Meßtisch orientiren kann.

§. 343. — 3. Liegt der zu bestimmende Standort D außerhalb des gegebenen Dreiecks ABC, Fig. 194, jedoch noch innerhalb des Kreises, den man sich durch die drei Winkelspitzen desselben gelegt denkt, so stellt man den Meßtisch ganz wie im vorigen Falle auf, d. h. so, daß das gegebene verjüngte Dreieck eine gleiche Lage mit dem terrestrischen hat und die homologen Seiten einander möglichst parallel liegen. Hierauf steckt man in die Winkelpunkte a, b und c des kleinen Dreiecks Stationsnadeln, legt das Diopterlineal daran, visirt nach den ihnen zugehörigen terrestrischen Punkten und zieht die Visirlinien Aa, Bb und Cc rückwärts. Dann können zwei Fälle eintreten:

3. Wenn der Standort außerhalb d. geg. Dreiecks, jedoch noch innerhalb des Kreises liegt.

a. Mit dem Meßtische.

entweder schneiden sich die gehörig verlängerten Visirlinien in einem gemeinschaftlichen Punkt, und dann liegen die gleichnamigen Seiten beider Dreiecke parallel, und der Durchschnittspunkt ist der gesuchte Punkt;

oder sie schneiden sich nicht in einem Punkt, sondern beschreiben ein fehlerzeigendes Dreieck; dann liegt der gesuchte Punkt d außerhalb des fehlerzeigenden Dreiecks, stets auf der Seite der mittelsten*) der rückwärts gezogenen Visirlinien, und zwar in solcher Lage zu den letztern, daß seine Entfernungen von ihnen mit den Entfernungen von den Punkten, woraus die Visirlinien gezogen sind, in gleichem Verhältniß stehen.

Man vergleicht demnächst die Entfernungen der gegebenen Punkte von dem Orte, in dem man sich befindet, ermittelt ihr Verhältniß zu einander, und sucht einen Punkt d, von welchem aus man Perpendikel, die in jenem Verhältniß stehen, auf die verlängerten Seiten des fehlerzeigenden Dreiecks fällen kann. Glaubt man nach dem Augenmaße diesen Punkt gefunden zu haben, so steckt man in denselben eine Stationsnadel, legt das Diopterlineal daran und an die Nadel im nächsten der auf der Tablette gegebenen Punkte, also in c, orientirt den Meßtisch nach dem dazu gehörigen terrestrischen, C,

*) Welche von den 3 rückwärts gezogenen Visirlinien die mittlere ist, ergiebt sich leicht, wenn man vom fehlerzeigenden Dreiecke aus so Front gegen die 3 gegebenen terrestrischen Punkte macht, daß man dieselben mit einem Blick übersieht, und sich sodann die Visirlinie merkt, welche durch das Visiren nach dem mittelsten derselben entstanden ist.

und unterſucht, ob die beiden anderen gegebenen Punkte a und b, von den aus d nach den ihnen zugehörigen terreſtriſchen Punkten, A und B, gezogenen Viſirlinien getroffen werden. Iſt letzteres bei beiden, oder nur bei einem Punkte *nicht* der Fall, ſo hat auch weder der Meßtiſch die richtige Stellung erhalten noch der gefundene Punkt die verlangte Lage. Man reibt daher die Viſirlinien aus, und wiederholt das beſchriebene Verfahren ſo oft, bis endlich die richtige Lage des Punktes d gefunden iſt. — Auch in dieſem Falle gilt, wie in allen andern Fällen des Rückwärtseinſchneidens nach 3 Punkten, die Regel, daß man ſich dem geſuchten Punkte und der richtigen Orientirung des Meßtiſches *genähert* habe, wenn der fehlerzeigende Triangel kleiner geworden iſt; dagegen *entfernt*, wenn er an Größe zugenommen hat.

Der *Beweis* für die Richtigkeit des Verfahrens ſtimmt mit dem in §. 340. geführten vollkommen überein.

b. Mit den übrigen Winkelmeßinſtr., durch geom. Conſtruction.

§. 344. Mit den *anderen geometriſchen Winkelmeßinſtrumenten* mißt man zur Beſtimmung der Lage des Standortes D, Fig. 195, durch geometriſche Conſtruction, wieder die Geſichtswinkel ADB = v und BDC = w und trägt beide in der Zeichnung, oberhalb der Linie a c, ſo an dieſe, daß der links gemeſſene Winkel v rechts in c, und der rechts gemeſſene Winkel w links in a ſeinen Scheitelpunkt erhält, und ∠ v = ∠ v′ und ∠ w = ∠ w′ wird. Ihre gehörig verlängerten Schenkel, a e und c e, werden ſodann einander in irgend einem über a c gelegenen Punkt, e, ſchneiden. Verbindet man hierauf den letzteren mit b und verlängert dieſe Linie genugſam über a c hinaus, ſo wird in ihr der geſuchte Punkt, d, liegen. — Zur genauen Beſtimmung ſeiner Lage trage man die durch die Schenkel a e und c e mit der Linie e b entſtandenen Winkel n und o ſo unter die Grundlinie a c, daß der links der Linie b e liegende Winkel n rechts an c in n′, der rechts von ihr liegende Winkel o aber links an a in o′ zu liegen kommt, dann werden ſich die genugſam verlängerten Schenkel a d und c d dieſer Winkel in dem gemeinſamen Punkt, d, unter a c ſchneiden. Liegt der Schnitt beider Schenkel nicht in der Verlängerung von e b, ſo iſt irgend ein Fehler beim Auftragen der Winkel vorgefallen, welcher aufgeſucht und rectificirt werden muß. *)

*) Der ſo eben beſchriebenen Conſtruction *durch Umtragung der Peripherie-Winkel* kann man ſich zwar auch zur Beſtimmung

Zur Führung des Beweises, daß die Winkel a d e und e d c gleich den Gesichtswinkeln ADB und BDC sind, lege man durch die gegebenen Punkte, a und c, und durch den gefundenen Punkt, e, einen Kreis, so wird dieser die genugsam über a c hinaus verlängerte Linie e b, in irgend einem Punkt, d, schneiden. Zieht man nun die Linien a d und c d, so sind als auf gleichen Bogen ruhende Peripherie-Winkel einander gleich:

$\angle$ c e d = $\angle$ c a d

$\angle$ a e d = $\angle$ a c d;

$\angle$ a d e = $\angle$ a c e = v, dem gemess. Winkel von D nach A u. B

$\angle$ e d c = $\angle$ e a c = w, dem gemess. Winkel von D nach B u. C

was durch die Construction bewirkt werden sollte. Mithin muß (nach §. 336.) d der gesuchte Punkt sein.

4. Wenn der Standort außerhalb des Kreises, aber einer Seite d. gegeben. Dreiecks gegenüber liegt.

a. mit dem Meßtische.

§. 345. — 4. Liegt der zu bestimmende Standort außerhalb des gegebenen Dreiecks und des Kreises, den man sich durch die drei Winkelspitzen des ersteren gelegt denkt, aber einer Dreiecksseite gegenüber, so stellt man den Meßtisch ganz so, wie in den beiden vorigen Fällen (§. 340. und 343.), auf, und zieht die nöthigen Visirlinien rückwärts. Schneiden sich dieselben in keinem gemeinschaftlichen Punkt, sondern bilden sie, gehörig verlängert, einen fehlerzeigenden Triangel, so liegt der gesuchte Punkt der Spitze des letzteren gegenüber, wenn man die durch den mittelsten der gegebenen Punkte rückwärts gezogene Visirlinie als Grundlinie annimmt, und zwar stehen seine Entfernungen von den Visirlinien mit den Entfernungen von den Punkten, woraus die letzteren gezogen sind, im gleichen Verhältniß.

b. Mit den übrigen Winkelmeßinstr., durch geom. Construct.

§. 346. Mit den übrigen Winkelmeßinstrumenten verfährt man bei Bestimmung des Standortes durch geometrische Construction ganz so, wie im §. 344.

5. Wenn der Standort außerhalb des Kreises u. einer Spitze des gegeben. Dreiecks gegenüber liegt.

a. Mit dem Meßtische.

§. 347. — 5. Liegt der Standort außerhalb des Kreises und einer Spitze des gegebenen Dreiecks gegenüber, so findet man, wenn beim Rückwärtseinschneiden mit dem Meßtische ein fehlerzeigendes Dreieck entsteht, den gesuchten Punkt außerhalb dieses Dreiecks, und zwar stets auf

---

des gesuchten Punktes auf dem Meßtische in der Weise bedienen, wie es in §. 342. näher angegeben ist, allein da in der Regel der ermittelte Punkt, e, nicht fern von dem mittelsten, b, der gegebenen Punkte liegt, so wird eine genaue Orientirung des Meßtisches selten möglich sein, mithin auch durch Zurückziehung der Visirlinien a d und e d selten der richtige Punkt gefunden werden.

der Seite deſſelben, welche durch Zurückziehung der mittelſten Viſirlinie entſtanden iſt, und es verhalten ſich die Entfernungen des geſuchten Punktes von den Viſirlinien zu einander, wie die Entfernungen der ihnen zugehörigen Punkte vom Standorte. — Da die Beweiſe für die Richtigkeit des Verfahrens im 4ten und 5ten Falle gerade ſo geführt werden können, wie im §. 340., ſo übergehen wir ſie.

b. Mit den übrigen Winkelinſtrum., durch geom. Conſtruct.

§. 348. Mit den übrigen Winkelinſtrumenten, die den gemeſſenen Winkel in Graden angeben, ermittele man zur Beſtimmung des Punktes D, Fig. 196, durch geometriſche Conſtruction, wieder die Größe der Geſichtswinkel ADB = v und BDC = w, trage in der Zeichnung an a c den links gemeſſenen Winkel, v, rechts in c, den rechts gemeſſenen Winkel, w, links in a, ſo an, daß ∠ v′ = ∠ v und ∠ w′ = ∠ w, verlängere ihre Schenkel a e und c e, bis ſie ſich in dem Punkte e ſchneiden, ziehe die Linie e b und verlängere ſie über b hinaus. Hierauf trage man den links der Linie e b durch den Schenkel a e entſtandenen Winkel o rechts in c und den rechts der Linie e b durch den Schenkel c e entſtandenen Winkel n links in a ſo an, daß ∠ o′ = ∠ o und ∠ n′ = ∠ n, und verlängere die Schenkel a d und c d genugſam, ſo werden dieſelben einander, wenn die Conſtruction richtig ausgeführt wurde, in der Verlängerung der Linie e b ſchneiden, und durch ihren Durchſchnittspunkt, d, die Lage des geſuchten Punktes, D, beſtimmen.

Zur Führung des Beweiſes, daß der Winkel a d e = dem Geſichtswinkel ADB und ∠ e d c = dem Geſichtswinkel BDC, lege man wiederum durch die gegebenen Punkte, a und c, und den gefundenen Punkt, e, einen Kreis, ziehe die Linie e b und verlängere ſie genugſam über b hinaus, ſo wird ſie den Kreis in irgend einem Punkt, d, durchſchneiden. Zieht man von dieſem Punkt aus die Linien d a und d c, ſo ſind als auf gleichen Bogen ſtehende Peripherie-Winkel einander gleich:

∠ a c d = ∠ a e d
∠ c a d = ∠ c e d;
∠ a d e = ∠ a c e = v, dem gemeſſenen Winkel ADB
∠ e d c = ∠ e a c = w, dem gemeſſenen Winkel BDC,

was durch die Conſtruction bewirkt werden ſollte, mithin muß (nach §. 336.) d der geſuchte Punkt ſein.

§. 349. Auch in diesem Falle kann man sich der so eben beschriebenen Construction durch **Umtragung der Peripherie-Winkel** zur Bestimmung des gesuchten Punktes auf dem Meßtische bedienen, und die Gesichtswinkel **ADB** u. **BDC** sogleich durch das Diopterlineal in **c** und **a** antragen, indem man zunächst die Seite **ac** des gegebenen Dreiecks in die vertikale Visirebene **AD** bringt, von **c** nach **B** visirt und die Visirlinie **ce** vorwärts zieht, sodann die Seite **ac** des gegebenen Dreiecks in die vertikale Visirebene **DC** einrichtet, von **a** nach **B** visirt, und die Visirlinie **ae** vorwärts zieht. — Steckt man hierauf Stationsnadeln in den Durchschnittspunkt, **e**, beider Visirlinien, und in den gegebenen Punkt, **b**, legt man das Diopterlineal daran und orientirt den Meßtisch nach **B**, so erhält das gegebene Dreieck **abc** eine parallele Lage mit dem terrestrischen **ABC**. Visirt man jetzt von **a** nach **A**, und von **c** nach **C**, und zieht die Visirlinien **ad** und **cd** rückwärts, so werden sich dieselben, genugsam verlängert, in irgend einem Punkt, **d**, schneiden, und durch diesen die Lage des Punktes **D** auf der Tablette bestimmen.

Anwend. der geom. Constr. durch Umtrag. der Peripherie-Winkel auf das Rückwärtseinschn. mit dem Meßtische.

§. 350. — 6. **Liegt der Standort in der Peripherie des Kreises, den man sich durch die drei Winkelpunkte des gegebenen Dreiecks gelegt denken kann**, so schneiden sich jedesmal die auf dem Meßtisch von den gegebenen Punkten aus rückwärts gezogenen Visirlinien in einem gemeinschaftlichen Punkt, gleichviel ob das kleine gegebene Dreieck eine parallele oder eine nicht parallele Lage mit dem großen terrestrischen hat. Es bleibt also bei dem Zusammentreffen der drei rückwärts gezogenen Visirlinien in einerlei Punkt ungewiß, ob man den richtigen gefunden habe oder nicht. Es ist also in diesem Falle das Rückwärtseinschneiden nach drei Punkten unmöglich; man muß sich daher hüten, einen Standort in der Peripherie des Kreises zu wählen, und wenn man zufällig sein Instrument auf einem solchen aufgestellt haben sollte, denselben sofort wieder verlassen, wie man sich von seiner Lage überzeugt hat, und einen anderen, aber nicht nahe der Peripherie, wählen.

6. Wenn der Standort in der Peripherie des Kreises liegt, den man sich durch die 3 Winkelpunkte d. gegeb. Dreiecks gelegt denkt.

Der **Beweis**, daß unter dieser Voraussetzung die rückwärts gezogenen Visirlinien bei jeder beliebigen Lage des kleinen gegebenen Dreiecks in einem gemeinsamen Punkte einander schneiden müssen, liegt sehr nahe. — Es habe das △ **abc** zum △ **ABC**, Fig. 197, in der Stellung I. des Meßtisches eine solche Lage, daß die homologen Seiten beider Dreiecke parallel laufen, also

a c || AC, b c || BC und a b || AB, und daß der gesuchte Punkt d in die Peripherie falle. Bewegt man nun das △ a b c so um den Punkt d, daß es in irgend eine beliebige Lage, z. B. in die von $\alpha\beta\gamma$ oder in die von a b c, zu liegen kommt, so müssen sich dennoch die rückwärts gezogenen Visirlinien in einem gemeinsamen Punkt, δ oder δ, schneiden, weil die Winkel AdC, AδC und AδC sowohl als die Winkel BdC, BδC und BδC Peripherie-Winkel sind, die auf gleichen Bogen, AC und BC, ruhen und alle Peripherie-Winkel auf gleichen Bogen einander gleich sind. — Ebenso werden, wenn der Meßtisch in II. oder in III. aufgestellt wird, das gegebene Dreieck, a b c, keine parallele Lage mit dem terrestrischen, ABC, erhält, und der gesuchte Punkt, d′ oder d″, in die Peripherie des Kreises fällt, die Winkel Ad″C, AdC und Ad′C, wie die Winkel Bd″C, BdC und Bd′C, einander gleich sein, denn auch sie sind Peripheriewinkel, die auf den gleichen Bogen AC und BC ruhen.

Daß in diesem Falle der gesuchte Punkt eben so wenig mit den übrigen Winkelmeßinstrumenten gefunden werden kann, wie mit dem Meßtische, darf wohl kaum erst erwähnt werden.

Wenn die 3 gegeb. Punkte in einer geraden Linie liegen.

§. 351. Sollten die drei gegebenen Punkte in einer geraden Linie liegen, ein Fall, der höchst selten vorkommen dürfte, so giebt man der auf dem Meßtisch durch jene Punkte gedachten Linie, entweder nach dem Augenmaße oder nach der bereits eingestellten Orientirbouſſole, eine möglichst parallele Lage mit der durch die terrestrischen Punkte gedachten, steckt sodann in die gegebenen Punkte der Tablette Stationsnadeln, legt das Diopterlineal daran, visirt nach den ihnen zugehörigen terrestrischen Punkten und zieht die Visirlinien rückwärts. Schneiden dieselben sich in einem gemeinsamen Punkte, so ist dies der gesuchte; bilden sie aber, genugsam verlängert, ein fehlerzeigendes Dreieck, so liegt der gesuchte Punkt außerhalb des fehlerzeigenden Dreiecks, und zwar auf der Seite der mittelsten rückwärts gezogenen Visirlinie, in dem oft genannten Verhältniß zu diesen. — Der Beweis ergiebt sich aus §. 340.

a. Mit dem Meßtische.

b. Mit den übrigen Winkelmeßinstr. durch geom. Construction.

Mit den übrigen Winkelmeßinstrumenten und durch geometrische Construction findet man den gesuchten Punkt nach den in den §§. 344. und 348., freilich für andere Fälle, gegebenen Regeln. Ein Blick auf Fig. 195 und 196 wird genügen, um sich zu überzeugen, daß es für die geometrische Construction ganz gleichgiltig sei, ob der gegebene Punkt,

Punkt, wie der ihm zugehörige terreſtriſche, mit den beiden anderen ein Dreieck bilde oder in gerader Linie, mithin in b und B, oder in b′ und B′, liege.

§. 352. Aus dem §. 350. läßt ſich folgern, daß, je näher der zu beſtimmende Standort der Peripherie des Kreiſes der drei gegebenen Punkte liegt, deſto kleiner auch das fehlerzeigende Dreieck; je weiter er aber von der Peripherie jenes Kreiſes entfernt iſt, deſto größer das fehlerzeigende Dreieck, bei gleich unrichtiger Aufſtellung des Meßtiſches, werden müſſe. Je größer unter dieſer Vorausſetzung das fehlerzeigende Dreieck wird, deſto genauer läßt ſich die Lage des geſuchten Punktes beſtimmen, weil man deſſen Abſtandsverhältniß von den Viſirlinien ſchärfer ermitteln kann. Daher muß man die Nähe der Peripherie jenes Kreiſes ſo viel als möglich vermeiden.

Wahl der Punkte und des Standort. zum Rückw.-einſchn., wenn mehr als drei Punkte gegeb. ſind.

Aber auch nicht in jeder Lage des Standortes zum gegebenen Dreieck iſt das Auffinden des geſuchten Punktes gleich ſchnell und gleich ſcharf möglich; denn ſchneiden ſich die Viſirlinien unter ſehr ſpitzen oder ſehr ſtumpfen Winkeln, ſo iſt ihr Durchſchnittspunkt nicht genau beſtimmt, und man wird eben ſo wenig, wie beim Vorwärts- und Seitwärtsabſchneiden, bei ſo ſpitzen oder ſtumpfen Winkeln zum Zwecke kommen. Auch wird der Standort ſich ſchneller und genauer innerhalb des Dreiecks und wenn er außerhalb des Dreiecks, aber noch innerhalb des Kreiſes liegt, finden laſſen, als wenn er ſich außerhalb des Kreiſes befindet, vorausgeſetzt, daß in den beiden erſten Fällen die drei gegebenen Punkte nicht ungünſtiger zur Beſtimmung des Standortes liegen, als in dem letzteren.

Innerhalb des Dreiecks läßt ſich der Standort ſchnell und genau finden, wenn keine der drei rückwärts gezogenen Viſirlinien die andere unter einem kleineren Winkel als dem von 45° oder unter einem größeren Winkel als dem von 135° ſchneidet. Die Auffindung des geſuchten Punktes wird in dieſem Fall auch dadurch noch erleichtert, daß die Seiten des fehlerzeigenden Dreiecks den Raum begrenzen, innerhalb deſſen jener Punkt liegt.

Außerhalb des Dreiecks, aber noch innerhalb des Kreiſes, läßt ſich der geſuchte Punkt leichter auffinden, wenn man einer Dreiecksſeite näher ſteht als der Peripherie des Kreiſes, und wenn das Dreieck nicht zu ſtumpfwinklig oder flach iſt. Allein man darf ſich auch der Dreiecksſeite nicht zu ſehr nähern, weil ſonſt die Viſirlinien des rechten und linken Nichtobjectes ſich zu ſtumpfwinklig ſchneiden.

Außerhalb des Kreises und einer Seite oder einer Winkelspitze des gegebenen Dreiecks gegenüber schneiden sich in der Regel die Visirlinien unter sehr spitzen Winkeln; man muß daher der Peripherie des Kreises so nahe rücken, als es angeht, ohne in den Bereich zu kommen, in welchem das fehlerzeigende Dreieck fast gänzlich verschwindet. Ist das gegebene Dreieck stumpfwinklig und steht man dem stumpfen Winkel oder der größeren Seite gegenüber, und ist die Entfernung des Standortes von den zunächst liegenden Punkten nicht größer als die Länge der größeren Seite des gegebenen Dreiecks, so wird sich der gesuchte Punkt sehr genau und viel schneller finden lassen, als wenn man einem spitzen Winkel oder einer kürzeren Seite gegenübersteht, weil dann die Visirlinien einander unter sehr spitzen Winkeln schneiden würden, ꝛc.

Endlich, bilden die drei gegebenen Punkte eine gerade Linie, so wird sich der gesuchte Punkt so lange scharf und bestimmt finden lassen, als der Standort jener Linie gerade gegenüber, nicht so fern, als die Linie lang ist, und nicht so nahe liegt, daß die rückwärts gezogenen Visirlinien der äußersten Punkte sich unter Winkeln über 120° schneiden. Liegt der gesuchte Punkt aber jener Linie schräg gegenüber, so werden die rückwärtsgezogenen Visirlinien unter sehr spitzen Winkeln sich schneiden, und mithin wird das Auffinden des gesuchten Punktes desto schwieriger sein, je kleiner die Visirwinkel sind, und ganz unmöglich werden, wenn der Visirwinkel nach den beiden äußersten Punkten kleiner als 45° wird.

Kann man sich frei den Stationsort wählen, so würde es thöricht sein, einen solchen auszusuchen, dessen Lage zu den gegebenen Punkten ungünstig ist. Ist man dagegen gezwungen, sich auf einem bestimmten Punkt zu stationiren, hat man aber unter mehreren gegebenen oder bereits auf dem Meßtisch festgelegten Punkten die Wahl, so wird man diejenigen drei Punkte zum Rückwärtseinschneiden benuzzen, deren rückwärts gezogene Visirlinien einander unter nahe rechten Winkeln schneiden. Dies wird in der Regel erzielt, wenn man den entferntesten und die beiden nächsten, oder die beiden entferntesten und den nächsten der gegebenen oder bereits bestimmten Punkte wählt. Im ersteren Falle werden sich dann die Visirlinien von den beiden nächsten, im letzteren Falle aber die von den beiden entferntesten möglichst rechtwinklig durchschneiden. Auch lassen sich bei einer solchen Lage und bei ver-

schiedenen Entfernungen der gegebenen Punkte vom Standorte die Abstände des gesuchten Punktes von den Visirlinien am leichtesten beurtheilen. Denn je ferner ein Richtobject vom Standorte und je länger mithin der Radius ist, desto größer muß auch der Sinus des Verbesserungswinkels sein. Sind also die gegebenen Punkte ziemlich entfernt vom Standorte und ihre Abstände von diesem auffallend verschieden, so läßt sich auch das Verhältniß, in dem die Sinus der Verbesserungswinkel zu einander stehen müssen, am besten beurtheilen. Daraus folgt, daß, je näher die gegebenen Punkte dem Stationsorte liegen und je geringer der Unterschied ihrer Entfernungen vom letzteren ist, desto schwieriger sich auch die Lage des gesuchten Punktes scharf bestimmen läßt. —

Uebrigens darf man hierbei nicht außer Acht lassen, daß der Flächenraum, den der feinste Stich einer Stationsnadel einnimmt, im Maßstabsverhältniß von $\frac{1}{25000}$, mindestens $17\frac{1}{56}$ □ Schritt beträgt.

Bestimmung eines vierten Punktes nach drei gegeben. durch geomet. Winkelmesser u. trigon. Berechnung.

§. 353. Wird es nöthig, wie z. B. bei der Triangulation eines größeren Terrains, als vier Meßtischblätter fassen können, den Standort nach drei gegebenen Punkten, auf welchen man sich nicht aufstellen oder zu denen man nicht gelangen kann, durch ein Fernrohrastrolabium oder irgend ein anderes genaues geometrisches Winkelinstrument und durch trigonometrische Berechnung zu bestimmen,*) so muß wenigstens die Entfernung der Punkte von einander bekannt sein. Bilden sie einen Triangel, so läßt sich aus dem Maße der Seiten die Größe der Winkel berechnen, falls die letzteren nicht gegeben sein sollten.

Die Aufgabe kann auf doppeltem Wege gelöst werden.

Erste Auflösung. Es sei △ ABC, Fig. 198, gegeben. Es soll die Lage des Punktes D gefunden werden.

Ferner sei Seite BC, die dem Winkel A gegenüber liegt, = a
" " AC, " " B " = b
" " AB, " " C " = c
∠ C gegeben oder durch Rechnung gefunden,
∠ BDC, der Seite a gegenüber, gemessen = α
∠ CDA, " b " " = β.

*) Diese Aufgabe wird von Manchen das Problem der vier Punkte oder die Pothenotsche Aufgabe genannt, weil sie zuerst von dem französischen Geometer Pothenot gründlich behandelt worden sein soll.

Zur Berechnung der Entfernungen DA, DC und DB ist es durchaus nothwendig, die Größe der Winkel CAD = x und CBD = y zu wissen. Die Ermittelung der Größe eines dieser Winkel, z. B. x, ist das Schwierige in dieser Aufgabe; ist sie gefunden, so ergiebt sich das Uebrige (nach §. 321.) sehr leicht. —

Den Winkel x findet man, wie folgt:

$\angle y = 360° - (\angle C + \angle D + \angle x)$, und wenn wir die bekannte Winkelgröße $360° - (\angle C + \angle D)$ der Bequemlichkeit wegen $\gamma$ nennen, so ist

$\angle y = \gamma - x$

Nun ist ferner im $\triangle$ ACD die Seite $CD = \frac{b \cdot \text{Sin. } x}{\text{Sin. } \beta}$

$\triangle$ CBD . . $CD = \frac{a \cdot \text{Sin. } y}{\text{Sin. } \alpha} = \frac{a \cdot \text{Sin. } (\gamma - x)}{\text{Sin. } \alpha}$

folglich ist $\frac{b \cdot \text{Sin. } x}{\text{Sin. } \beta} = \frac{a \cdot \text{Sin. } (\gamma - x)}{\text{Sin. } \alpha}$

oder $\frac{b \cdot \text{Sin. } \alpha}{a \cdot \text{Sin. } \beta} = \frac{\text{Sin. } (\gamma - x)}{\text{Sin. } x}$

Nun ist aber:

$\text{Sin. } (\gamma - x) = \text{Sin. } \gamma \cdot \text{cos. } x - \text{Sin. } x \cdot \text{cos. } \gamma$

Und setzen wir den letzteren Werth in die Gleichung:

$\frac{b \cdot \text{Sin. } \alpha}{a \cdot \text{Sin. } \beta} = \frac{\text{Sin. } \gamma \cdot \text{cos. } x - \text{Sin. } x \cdot \text{cos. } \gamma}{\text{Sin. } x} = \text{Sin. } \gamma \cdot \text{cot. } x - \text{cos. } \gamma$

folglich $\frac{b \cdot \text{Sin. } \alpha}{a \cdot \text{Sin. } \beta \cdot \text{Sin. } \gamma} = \frac{\text{Sin. } \gamma \cdot \text{cot. } x - \text{cos. } \gamma}{\text{Sin. } \gamma} = \frac{\text{Sin. } \gamma \cdot \text{cot. } x}{\text{Sin. } \gamma} - \frac{\text{cos. } \gamma}{\text{Sin. } \gamma} =$

$\text{cot. } x - \frac{\text{cos. } \gamma}{\text{Sin. } \gamma} = \text{cot. } x - \text{cot. } \gamma$

mithin $\frac{b \cdot \text{Sin. } \alpha}{a \cdot \text{Sin. } \beta \cdot \text{Sin. } \gamma} = \text{cot. } x - \text{cot. } \gamma$; und wenn wir dem Zähler des ersten Gliedes den fehlenden Factor Sin. tot. hinzufügen *), so ist

also $\frac{b \cdot \text{Sin. } \alpha \cdot \text{Sin. tot.}}{a \cdot \text{Sin. } \beta \cdot \text{Sin. } \gamma} + \text{cot. } \gamma = \text{cot. } x.$

Sucht man nun die berechnete Cotangente vom $\angle x$ in den Tafeln der natürlichen Linien auf, so findet man in der Columne der Cotangenten den dazu gehörigen Winkel x, woraus sich dann leicht finden läßt:

---

*) In allen Fällen, wo im Zähler oder Nenner solcher Ausdrücke für Längen oder Winkel ein oder zwei ꝛc. trigonometrische Factoren zu fehlen scheinen, müssen dieselben durch den Factor: Sinus totus oder die zweite Potenz ꝛc. desselben ergänzt werden, wie sich aus der Entstehung der trigonometrischen Gleichungen leicht erweisen läßt.

1. $\angle\ y = 360° - (\angle\ C + \angle\ D + \angle\ x)$
2. Seite $DA = \frac{b\ .\ \text{Sin. ACD}}{\text{Sin. } \beta}$
3. Seite $DC = \frac{b\ .\ \text{Sin. } x}{\text{Sin. } \beta} = \frac{a\ .\ \text{Sin. } y}{\text{Sin. } \alpha}$
4. Seite $DB = \frac{a\ .\ \text{Sin. BCD}}{\text{Sin. } \alpha}$

Die ganze Berechnung ist zwar nicht sehr schwierig und langwierig, erfordert indessen die größte Aufmerksamkeit hinsichtlich der positiven und negativen Bedeutung der gefundenen Größen. Denn ist:

1) Der $\angle\ \gamma$ ein stumpfer zwischen 90 und 180°, so wird cot. $\gamma$ negativ und muß mithin subtrahirt werden.
2) fällt $\angle\ \gamma$ zwischen 180 und 270°, so ist Sin. $\gamma$ negativ, cot. $\gamma$ positiv, folglich das erste Glied in obiger Formel negativ, das zweite Glied positiv; fällt aber $\angle\ \gamma$ zwischen 270 und 360°, so sind Sin. $\gamma$ und cot. $\gamma$, mithin beide Glieder im Ausdrucke für cot. x, negativ; endlich
3) in jedem Falle, wo man für cot. x zuletzt einen negativen Werth findet, ist der zugehörige Winkel ein stumpfer oder größer als 90°. Man sucht dann zu dem gefundenen negativen Werth, der einstweilen als positiv genommen wird, unter den natürlichen Cotangenten den zugehörigen spitzen Winkel, und subtrahirt solchen von 180°, um den stumpfen Winkel x zu finden.

Was die Lage des Standortes zu den gegebenen Punkten anbetrifft, so kann dieselbe eine fünffache sein. Sie ist zu berücksichtigen, weil sich danach die Werthe in obiger Formel modificiren.

1) Liegt der Standort D einer Seite AB des gegebenen Dreiecks gegenüber, wie in Fig. 198, so ist $\angle$ C kleiner als 180°.
2) Liegt der dritte Punkt C in gerader Linie mit den beiden andern, A und B, wie in Fig. 199, so wird Winkel C = 180°; also $\angle\ \gamma = 180° - \angle$ D ein stumpfer, wenn $\angle$ D ein spitzer; daher wird in obiger Formel cot. $\gamma$ = — cot. $\angle$ D negativ, dagegen Sin. $\gamma$ = + Sin. $\angle$ D positiv.
3) Liegt der Standort D einer Spitze C des gegebenen Dreiecks gegenüber, wie in Fig. 200, so wird der Win-

kel C ein convexer und daher größer als 180°, oder = 360 — ∠ ACB.

4) Liegt der Standort D innerhalb des Dreiecks ABC, wie in Fig. 201, so wird der Winkel D = α + β ein erhabener und daher größer als 180° oder = 360° — ADB, welchen letzteren man, der größeren Sicherheit wegen, auch messen kann. Endlich:

5) Liegt der Standort D in der Peripherie des durch A, B und C gehenden Kreises, so kann er nicht trigonometrisch berechnet werden, weil alsdann ∠ C + D = 180° sind, und folglich auch ∠ γ = 180°, cot. γ = — ∞, Sin. γ = o wird, und die Formel folgende unbestimmte Gestalt annimmt: $\cot. x = \frac{b \,.\, \text{Sin. } \alpha}{0} - \infty$

Einige Beispiele mögen den Gang der Rechnung klar machen.

A. Es sei die Länge der Seiten des Dreiecks ABC, Fig. 198, und zwar Seite a = 2000°, Seite b = 1112° und Seite c = 2667,6° gegeben, aber kein Winkel, und es soll die Lage des Standortes D außerhalb des Dreiecks, aber einer Seite gegenüber, gefunden werden, wenn ∠ α = 45°, ∠ β = 25° gemessen ist.

Die Lösung der Aufgabe zerfällt mithin in 3 Theile, nämlich in

1. Berechnung des Winkels C
2. " " " x
3. " " der Seiten DA, DC und DB.

1. Berechnung der Größe des Winkels C.

Dies kann nach zwei bekannten trigonometrischen Formeln geschehen:

1. $\text{Sin. } \frac{1}{2} C = \text{Sin. tot.} \,.\, \sqrt{\frac{(a + c - b) \,.\, (b + c - a)}{4 \,.\, ab}}$

2. $\text{Cos. } \frac{1}{2} C = \text{Sin. tot.} \,.\, \sqrt{\frac{(a + b + c) \,.\, (a + b - c)}{4 \,.\, ab}}$

Da die Formeln aber in dieser Form zur logarithmischen Berechnung nicht bequem sind, so giebt man ihnen folgende Gestalt. Nimmt man nämlich den bekannten Perimeter des Dreiecks, d. h. (a + b + c) = 2 P an, so wird: (a + c — b) = 2 P — 2 b und (b + c — a) = 2 P — 2 a. Bringt man diese Ausdrücke in obige Gleichung so ist:

$$\text{I. } \sin.\tfrac{1}{2}C = \text{Sin. tot.} \sqrt{\frac{(P-b).(P-a)}{a\,b}} = \sqrt{\frac{\text{Sin. tot.}^2 (P-b).(P-a)}{a\,b}}$$

Nach einer ähnlichen Umformung erhält man:

$$\text{II. } \cos.\tfrac{1}{2}C = \text{Sin. tot.} \sqrt{\frac{P.(P-c)}{a\,b}} = \sqrt{\frac{\text{Sin. tot.}^2 P.(P-c)}{a\,b}}$$

Der ersteren dieser Formeln bedient man sich am besten, wenn das Dreieck sehr spitz und der Winkel sehr klein, der zweiten hingegen, wenn das Dreieck sehr flach und der $\angle \frac{1}{2}C$ nahe 90° ist, indem die Sinus der Winkel nahe 90° und die Cosinus der Winkel nahe 0° nur geringe Differenzen in der Fortschreitung der Winkel um kleine Theile haben.

Berechnen wir nun den Winkel $\frac{1}{2}C$, da das Dreieck ABC ein stumpfwinkliges ist, nach der zweiten Formel, so erhalten wir:

$$\text{Log. Cos. } \tfrac{1}{2}C = \frac{20 + \log. P + \log.(P-c) - (\log. a + \log. b)}{2}$$

Und dafür die Zahlenwerthe gesetzt:

$$\text{Log. Cos. } \tfrac{1}{2}C = \frac{20 + \log. 2889{,}8 + \log. 222{,}2 - \log. 2000 - \log. 1112}{2}$$

Nun ist aber $20 + \log. 2889{,}8 = 23.4608678$

$+ \log. 222{,}2 = 2.3467441$

$+ \text{Compl. log. } 2000 = 6.6989700 - 10$

$+ \text{Compl. log. } 1112 = 6.9538952 - 10$

$19.4604771.$ durch 2 dividirt giebt:

$\text{Log. Cos. } \frac{1}{2}C = 9.7302385.$ Dazu gehört d. Winkel

$\frac{1}{2}C = 57° 30'$

also $C = 115°$

2. Berechnung der Größe des Winkels x.

Nach der obigen Formel ist $\cot. x = \frac{b.\text{Sin.}\alpha.\text{Sin.tot.}}{a.\text{Sin.}\beta.\text{Sin.}\gamma} + \cot.\gamma$

Setzen wir die gegebenen Zahlenwerthe in die Gleichung, so ist:

$$\cot. x = \frac{1112.\text{Sin. } 45°.\text{Sin. tot.}}{2000.\text{Sin. } 25°.\text{Sin. } 175°} + \cot. 175°$$

Führen wir die Berechnung des ersten Gliedes logarithmisch aus, so ist:

$\log. 1112 = 3.0461048$

$\log. \text{Sin. } 45° + \log. \text{Sin. tot.} = 19.8494850$

$\text{Compl. log. } 2000 = 6.6989700 - 10$

$\text{Compl. log. Sin. } 25° = 0.3740517 - 10$

$\text{Compl. log. Sin. } 175° \text{ oder Sin. } 5° = 1.0597040 - 10$

Mithin Log. des ersten Gliedes $= 1.0283155$

Diesem Logarithmus entspricht die Zahl 10.673710
Ferner ist cot. 175° = — cot. 5° = — tang. 85° = — 11.430052

folglich cot. x = — 0.756342.

Da dieser Werth negativ ist, so muß x ein stumpfer Winkel sein. Man suche daher den negativen Werth, als positiv betrachtet, unter den natürlichen Cotangenten der Winkel auf, so findet man dafür den spitzen Winkel 52° 54′; demnach wird der stumpfe ∠ x = 180° — 52° 54′ = 127° 6′

3. Berechnung der Seiten DA, DC und DB.

$AD = \frac{b \cdot \text{Sin.} ACD}{\text{Sin.} \beta} = \frac{1112 \cdot \text{Sin.} 27°54'}{\text{Sin.} 25°}$;

log. 1112 = 3.0461048
log. Sin. 27°54′ = 9.6701807
Compl. log. Sin. 25° = 0.3740517 — 10
Log. AD = 3.0903372
AD = 1231,224°

$CD = \frac{b \cdot \text{Sin.} x}{\text{Sin.} \beta}$;

log. 1112 = 3.0461048
log. Sin. 127°6′ = log. Sin. 52°54′ = 9.9017764
Compl. log. Sin. 25° = 0.3740517 — 10
log. CD = 3,3219329
CD = 2098,615°

$BD = \frac{a \cdot \text{Sin.} BCD}{\text{Sin.} \alpha}$;

log. 2000 = 3.3010300
log. Sin. 87° 6′ = 9.9994435
Compl. log. Sin. 45° = 0.1505150 — 10
log. BD = 3.4509885
BD = 2824,8°

B. Liegen die drei gegebenen Punkte, A, C und B, Fig. 199, in einer geraden Linie, und ist:
gegeb. d. Entfern. a = 2000°; gemess. ∠ α = 45°10′; gefund. ∠ γ = 75°
" " " b = 1500°. " " ∠ β = 59°50′
" der Winkel C = 180°. mithin ∠ D = 105°
so wird nach unserer Formel die Größe des Winkels x, wie folgt, ermittelt:

log. b = 3.1760913
log. Sin. α + log. Sin. tot. = 19.8507446
Compl. log. a = 6.6989700 — 10
Compl. log. Sin. β = 0.0632012 — 10
Compl. log. Sin. γ = 0.0150562 — 10
Logarith. des ersten Gliedes = 0.8040633 — 1

Diesem Logarithmus entspricht die natürliche Zahl 0.6368884
Ferner ist Cot. $\gamma$ = 0.2679492

also ist Cot. x = 0.9048376
Folglich $\angle$ x = 47° 51′ 36″
$\angle$ y = 27° 8′ 24″

Berechnet man mit Hilfe der gefundenen Winkel x u. y die Entfernungen DA, DC und DB, so ist die erstere 1652,902°, die andere 1286,49°, die dritte 2686,829°,

C. Denken wir uns im dritten Fall den Standort D der Spitze C des gegebenen Dreiecks, ABC, Fig. 200, gegenüber liegen, und

gegeb. Seite a=1375°; gem. $\alpha$=27°30′14″; gef. d. convexe $\angle$C=265°29′58″
" " b=1582° " $\beta$=19°13′10″ $\angle\gamma$=47°46′38″

" $\angle$C=94°30′2″. $\angle$D=46°43′24″

so läßt sich nach obiger Formel die Größe des $\angle$ x, wie folgt, finden:

log. b = 3.1992065
log. Sin. $\alpha$ + log. Sin. tot. = 19.6644622
Compl. log. a = 6.8616973 — 10
Compl. log. Sin. $\beta$ = 0.4825572 — 10
Compl. log. Sin. $\gamma$ = 0.1304530 — 10

Log. des ersten Gliedes = 0.3383762

Diesem Logarithmus entspricht die natürliche Zahl 2.1795910
Ferner ist log. Cot. $\gamma$ = 0.9074693

Mithin log. Cot. x = 3.0870603
und $\angle$ x = 17° 56′ 56″
$\angle$ y = 29° 49′ 42″

Berechnet man mit Hilfe der gefundenen Winkel x und y die Abstände des gesuchten Punktes D von den gegebenen, so erhält man für DA = 2963,452°, DC = 1480,989°, DB = 2506,44°.

D. Liegt der Standort D innerhalb des gegebenen Dreiecks, ABC, Fig. 201, und ist

gegeb. Seite a=3796°; gemess. $\angle\alpha$=113°20′; gefund. $\angle\gamma$=46°14′
" " " b=2514° " " $\angle\beta$=135°19′

" " $\angle$C=65°7′. mithin $\angle$D=248°39′

so wird nach unserer Formel der Werth von $\angle$ x, wie folgt, gefunden:

log. b = 3.4003653
log. Sin. α + log. Sin. tot. = 19.9629449
Compl. log. a = 6.4206738 − 10
Compl. log. Sin. β = 0.1529286 — 10
Compl. log. Sin. γ = 0.1413649 — 10

Log. des ersten Gliedes = 0.0782775
Diesem Logarithmus entspricht die natürliche Zahl 1.1975050
Ferner ist Cot. γ = 0.9578494

Folglich Cot. x = 2.1553544
Mithin der ∠ x = 24° 53′ 22″

Daß der convexe Winkel 204° 53′ 22″, welcher gleichfalls zu jener Linie gehört, nicht gemeint sein könne, springt in die Augen.

Berechnet man hiernach die Lage des Punktes D, so ergiebt sich AD = 1210,66°, CD = 1504,66° und BD = 2939,67°.

Zweite Auflösung. Da die vorstehende Auflösung der Pothenotschen Aufgabe, ungeachtet ihrer im Ganzen einfachen Gestalt, die große Unbequemlichkeit hat, daß sie sich nicht ganz logarithmisch bearbeiten läßt, und den Besitz einer Tafel der natürlichen trigonometrischen Linien nöthig macht,*) so ist man

*) Zwar kann man, wenn keine Tafeln der natürlichen trigonometrischen Functionen zur Hand sind, die Werthe der letzteren durch Logarithmen berechnen, allein das raubt noch mehr Zeit. Will oder muß man zu diesem Verfahren seine Zuflucht nehmen, so rufe man sich in's Gedächtniß zurück:

1) daß der Zahlenwerth einer Cotangente für den Radius 1 gefunden wird, wenn man von dem Logarithmus derselben 10 subtrahirt und für den Rest die dazu gehörige Nummer sucht;

2) daß zum Zahlenwerth einer Cotangente für den Radius 1 durch die logarithmischen Tafeln der Winkel gefunden wird, wenn man zu der natürlichen Function oder Nummer den gemeinen Logarithmus sucht, 10 hinzuaddirt, und wenn hierdurch der log. cot. für den Radius 10000000000 entwickelt ist, den Winkel in den logarithmischen Tafeln aufsucht. — Ist die natürliche Function negativ, so betrachtet man sie als positiv und sucht wie vorhin den Logarithmus; ist aber die Cotangente von Hause aus negativ, so nimmt man nicht den zum Logarithmus gehörigen Winkel, sondern sein Supplement zu 180°.

Suchen wir auf diese Weise die natürliche Function und den Winkel x:

sehr bemüht gewesen, eine Formel für den gesuchten Winkel x zu finden, die sich vollständig logarithmisch behandeln läßt. Dies ist dem schon früher genannten berühmten Delambre gelungen. Entwickeln wir im Nachstehenden die von ihm gegebene Formel. Da, wie wir gefunden haben:

$$CD = \frac{a \cdot \text{Sin. } y}{\text{Sin. } \alpha} = \frac{b \cdot \text{Sin. } x}{\text{Sin. } \beta}$$

so ist auch

$$\frac{\text{Sin. } y}{\text{Sin. } x} = \frac{b \cdot \text{Sin. } \alpha}{a \cdot \text{Sin. } \beta}.$$

Die Tangenten können jede Größe von 0 bis ∞ haben. Es läßt sich also annehmen, daß der vorstehende Werth der der Tangente eines Hilfswinkels $\varphi$ sei, und mithin setzen:

$$\text{I. } \text{tang. } \varphi = \frac{b \cdot \text{Sin. } \alpha}{a \cdot \text{Sin. } \beta}$$

Nach diesem Ausdrucke läßt sich der Hilfswinkel $\varphi$ logarithmisch finden. — Da nun ferner auch

$$\text{tang. } \varphi = \frac{\text{Sin. } y}{\text{Sin. } x}; \text{ so ist auch}$$

$$\frac{1 + \text{tang. } \varphi}{1 - \text{tang. } \varphi} = \frac{1 + \frac{\text{Sin. } y}{\text{Sin. } x}}{1 - \frac{\text{Sin. } y}{\text{Sin. } x}} = \frac{\text{Sin. } x + \text{Sin. } y}{\text{Sin. } x - \text{Sin. } y} = \frac{\text{tang. } \frac{1}{2}(x+y)}{\text{tang. } \frac{1}{2}(x-y)}$$

---

1. Zum Beispiel D Seite 425

so entspricht dem Log. 0.0782775 des ersten Gliedes die natürliche Zahl 1.1975050

log. cot. 46° 14′ = 9.9812972, davon 10 subtrahirt giebt:

0,9812972—1, dazu die Nr. = der natürl. Funct. von cot. 46° 14′ = 0.9578492

cot. x = 2.1553542

den Winkel zu cot. x findet man durch

log. 2.1553542 = 0.3335186; dazu addirt 10, giebt log. cot. x = 10.3335186

folglich ∠ x = 29° 53′ 22″

2. Zum Beispiel A Seite 422

Dem Logarithmus des ersten Gliedes 1.0283155 entspricht die natürliche Zahl 10.673710

log. — cot. 5 = — 11.0580482; davon 10 subtrahirt giebt:

— 1,0580482; dazu die Nr. = der natürl. Funct. von — cot. 5° = — 11.430052

folglich cot. x = — 0.756342

den Winkel zu cot. x findet man durch

log. 0.756342 = 0,8787125 — 1; dazu 10 addirt = log. cot. x = 9.8787125

Da nun hier die Cotangente negativ ist, so nimmt man nicht den zum Logarithmus 9.8787125 gehörigen Winkel 52° 54′, sondern sein Supplement zu 180°, das ist ∠ 127° 6′.

Es ist indessen auch:

$$\frac{1 + \text{tang. } \varphi}{1 - \text{tang. } \varphi} = \text{tang. } (45° + \varphi)$$

und folglich $\text{tang. } (45° + \varphi) = \frac{\text{tang. } \frac{1}{2}(x + y)}{\text{tang. } \frac{1}{2}(x - y)}$

Da nun die Winkel C und D bekannt sind, so ist auch die Winkelsumme $x + y$, und demnach auch $\frac{1}{2}(x + y) = 2\,R - \frac{1}{2}(C + D) = m$ bekannt; mithin wird, wenn dieser Ausdruck in die Gleichung übergeht:

$$\text{tang. } (45° + \varphi) = \frac{\text{tang. m}}{\text{tang. } \frac{1}{2}(x - y)}$$

Hieraus folgt, daß

$$\text{tang. } \tfrac{1}{2}(x - y) = \frac{\text{tang. m}}{\text{tang. } (45° + \varphi)} = \text{tang. m. Cot. } (45° + \varphi)$$

Aus dem Werthe für $\text{tang. } \frac{1}{2}(x - y)$ folgt $(x - y)$ selbst; aus $\frac{1}{2}(x - y)$ und $\frac{1}{2}(x + y)$ ergeben sich, auf die aus §. 326 Seite 386 bekannte Weise, die Winkel x und y. Allein man kann die vorstehende Formel durch folgenden Kalkül noch bequemer machen.

$$\begin{aligned} \tfrac{1}{2}(C + D) &= 2\,R - \tfrac{1}{2}(x + y) \\ \tfrac{1}{2}(C + D) + y &= 2\,R - \tfrac{1}{2}(x + y) + y \\ &= 2\,R - \frac{x + y - 2y}{2} \\ &= 2\,R - \tfrac{1}{2}(x - y) \end{aligned}$$

folgl. $\text{tang. } [\frac{1}{2}(C+D)+y] = \text{tang. } [2\,R - \frac{1}{2}(x - y)]$.

Nun ist aber $\frac{1}{2}(x - y)$ das Supplement des Ausdruckes rechts; es hat aber Tangente $\frac{1}{2}(x - y)$ mit Tangente $[2\,R - \frac{1}{2}(x - y)]$ stets entgegengesetzte Vorzeichen; demnach ist

a) $$\begin{aligned} -\text{tang. } \tfrac{1}{2}(x - y) &= +\text{tang. } [2\,R - \tfrac{1}{2}(x - y)] \\ &= +\text{tang. } [\tfrac{1}{2}(C + D) + y] \end{aligned}$$

Es war aber auch

$$\begin{aligned} \text{tang. } \tfrac{1}{2}(x - y) &= \text{tang. m . Cot. } (45° + \varphi) \\ &= \text{tang}[2R - \tfrac{1}{2}(C+D)] \text{. Cot.} (45° + \varphi) \end{aligned}$$

folglich ist

b) $-\text{tang. } \frac{1}{2}(x - y) = +\text{tang. } \frac{1}{2}(C + D)$ . Cot. $(45° + \varphi)$

Stellen wir nun die Werthe aus den Gleichungen a. und b. sich gegenüber, so ergiebt sich

II. $\text{tang. } [\frac{1}{2}(C+D)+y] = \text{tang. } \frac{1}{2}(C+D)$ . Cot. $(45° + \varphi)$

Ist der Hilfswinkel $\varphi$ gefunden, so läßt sich nach dieser Formel der Winkel $(\frac{1}{2}(C + D) + y)$ leicht logarithmisch berechnen. Die ganze Operation zerfällt also in 2 Theile:

1) in die Berechnung des Hilfswinkels $\varphi$ und, wenn derselbe gefunden ist,

2) in die Berechnung des Winkels $(\frac{1}{2}(C + D) + y)$. Subtrahirt man von dem für den letzteren gefundenen Werth den bekannten Winkel $\frac{1}{2}(C + D)$, so erhält man $\angle y$ und demnach endlich $\angle x$.

Auf ganz ähnliche Weise wie $\angle y$, kann auch von Hause aus die Formel für $\angle x$ entwickelt werden. Es ist dann

I. $\text{tang. } \varphi = \frac{a \,.\, \text{Sin. } \beta}{b \,.\, \text{Sin. } \alpha}$

II. $\text{tang.}[\frac{1}{2}(C+D)+x] = \text{tang.}\frac{1}{2}(C+D) \,.\, \text{Cot.}(45°+\varphi)$

Auch bei Ausführung dieser Berechnung, die zwar auf keinem viel kürzeren Wege als die erstere zum Ziele führt, allein den Vortheil einer rein logarithmischen Behandlung gewährt, muß die größte Aufmerksamkeit auf die positive und negative Bedeutung der Tangenten und Cotangenten verwendet werden.

Um den Gang dieser Rechnung näher kennen zu lernen, und zur Vergleichung derselben mit der ersten Auflösung, wollen wir auch hier die dort gewählten Beispiele durchrechnen.

A. Wenn der gesuchte Punkt einer Seite des gegebenen Dreiecks gegenüber liegt, wie D in Fig. 198. Es sei

gegeb. Seite $a = 2000°$; gemess. $\angle \alpha = 45°$; gef. $\frac{1}{2}(C+D) = 92°30'$
$b = 1112°$ " " $\angle \beta = 25°$
$\angle C = 115°$ mithin $\angle D = 70°$

Berechnung des Winkels $\varphi$.

| | |
|---|---|
| log. a = | 3.3010300 |
| log. Sin. $\beta$ + log. Sin. tot. = | 19.6259483 |
| Compl. log. b = | 6.9538952 — 10 |
| Compl. log. Sin. $\alpha$ = | 0.1505150 — 10 |
| mithin log. tang. $\varphi$ = | 10.0313885 |
| also $\angle \varphi$ = | 47° 4′ 7″ |

Berechnung des Winkels x.

| | |
|---|---|
| log. tang. $\frac{1}{2}(C + D)$ = | —11.3599069 |
| log. Cot. $(45° + \varphi)$ = | — 8.5577449—10 (log.Sin.tot.) |
| Also log. tang. $[\frac{1}{2}(C+D)+x]$ = | 9.9176518 |

Dazu gehört, weil hier beide Tangenten, nämlich tang. $\frac{1}{2}(C + D) = 92° 30'$ und tang. $(45° + \varphi) = 92° 4' 7''$, negativ sind, und zusammen ein positives Product geben, eine positive Tangente von einem Winkel entweder zwischen 0° und 90° oder zwischen 180° und 270°.

Zu dem gefundenen Logarithmus gehört der spitze Winkel 39° 36′ sehr nahe

dazu hinzuaddirt 180°

giebt 219° 36′

wird davon subtrahirt $\frac{1}{2}(C + D) = 92° 30′$

so wird $\angle x = 127° 6′$

B. Wenn die drei gegebenen Punkte A, B u. C in einer geraden Linie liegen, wie in Fig. 199, und

gegeb. ist Seite $a = 2000°$; gemess. $\angle \alpha = 45°10′$; endlich gefunden $\angle$
„ $b = 1500°$ „ „ $\angle \beta = 59°50′$. $\frac{1}{2}(C+D) = 142°30′$

$\angle C = 180°$. mithin $\angle D = 105°$

Berechnung des Winkels $\varphi$.

log. $a$ = 3.3010300
log. Sin. $\beta$ + log. Sin. tot. = 19.9367988
Compl. log. $b$ = 6.8239087 — 10
Compl. log. Sin. $\alpha$ = 0.1492554 — 10

mithin log. tang. $\varphi$ = 10.2109929
also $\angle \varphi = 58° 24′ 3″$

Berechnung des Winkels x.

log. tang. 142° 30′ = — 9.8849805
log. Cot. 103° 24′ 3″ = — 9.3770310 — 10 (Sin. tot.)

also log. tang. $(\frac{1}{2}(C+D)+x)$ = 9.2620115

Da beide Tangenten negativ sind, zusammen aber ein positives Product geben, so gehört dazu eine positive Tangente. Zu dem gefundenen Logarithmus gehört $\angle$ 10° 21′ 36″

dazu hinzuaddirt 180°

giebt 190° 21′ 36″

Endlich davon subtrahirt $\frac{1}{2}(C + D) = 142° 30′$

Giebt $\angle x = 47° 51′ 36″$

C. Wenn der Standort D einer Spitze des gegebenen Dreiecks gegenüber liegt, wie in Fig. 200, und

gegeb. ist S. $a = 1375°$; gem. $\angle \alpha = 27°30′14″$; gefunden der convexe
„ $b = 1582°$ $\angle \beta = 19°13′10″$ $\angle C = 265°29′58″$

$\angle C = 94°30′2″$. mith. $\angle D = 46°43′24″$. $\angle \frac{1}{2}(C+D) = 156°6′41″$

Berechnung des Winkels $\varphi$.

log. a = 3.1383027
log. Sin. $\beta$ + log. Sin. tot. = 19.5174427
Compl. log. b = 6.8007935 — 10
Compl. log. Sin. $\alpha$ = 0.3355378 — 10
mithin log. tang. $\varphi$ = 9.7920767
also $\angle\ \varphi$ = 31° 46′ 49″

Berechnung des Winkels x.

log. tang. 156° 6′ 41″ = — 9.6463068
log. Cot. 76° 46′ 49″ = + 9.3709034 — 10 (Sin. tot.)
also tang. $[\frac{1}{2}(C+D)+x]$ = — 9.0172102

Da eine Tangente negativ, die andere positiv, mithin das Product negativ sein muß, so gehört zum letzteren eine negative Tangente, oder ein Winkel zwischen 90° und 180°, oder zwischen 270° und 360°. Da sich aber leicht ergiebt, daß der erstere nur gemeint sein könne, so sucht man zum gefundenen Logarithmus, dessen negativer Werth als positiv betrachtet wird, den dazu gehörigen Winkel, und zieht diesen vom Winkel von 180° 0′ 0″ ab.

Zum Logarithmus 9.0172102 gehört der spitze

$\angle$ 5° 56′ 23″

Es ist demnach $\frac{1}{2}(C+D)+x$ = 174° 3′ 37″
hiervon subtrahirt $\frac{1}{2}(C+D)$ = 156° 6′ 41″
giebt endlich $\angle\ x$ = 17° 56′ 56″

D. Wenn der Standort innerhalb des gegebenen Dreiecks liegt, wie D in Fig. 201, und gegeb. ist Seite a = 3796°; gem. $\angle\alpha$ = 113°20′; ges. $\frac{1}{2}(C+D)$ = 156°53
b = 2514° $\angle\beta$ = 135°19′
$\angle$ C = 65°7′ mith. $\angle$ D = 248°39′

Berechnung des Winkels $\varphi$.

log. a = 3.5793262
log. Sin $\beta$ + log. Sin. tot. = 19.8470714
Compl. log. b = 6.5996347 — 10
Compl. log. Sin. $\alpha$ = 0.0370551 — 10
mithin log. tang. $\varphi$ = 10.0630874
also $\angle\ \varphi$ = 49° 8′ 49″

Berechnung des Winkels x.

log. tang. 156° 53′ = — 9.6303058
log. Cot. 94° 8′ 49″ = — 8.8603649 — 10 (Sin. tot.)
log. tang. $[\frac{1}{2}(C+D)+x]$ = 8.4906707

Dazu gehört wieder, weil beide Tangenten negativ sind, aber zusammen ein positives Product geben, eine positive Tangente.

Zum gefundenen Logarithm. gehört der Winkel 1° 46′ 22″
addirt man hinzu 180°

so erhält man $\frac{1}{2}(C + D) + x = 181° 46' 22''$
davon subtrahirt $\frac{1}{2}(C + D) = 156° 53'$

giebt $\angle x = 24° 53' 22''$

Ist der Winkel x gefunden, so läßt sich die Größe des Winkels y und der Abstände des Punktes D von A, B und C auf die bekannte Weise leicht berechnen.

Beide Auflösungen der Pothenotschen Aufgabe geben, wie die vorstehenden Zahlenbeispiele bezeugen, genau ein und dasselbe Resultat. Für die Triangulation ist es also vollkommen gleichgiltig, welche von beiden gewählt wird, für die practische Anwendung indessen die letztere bequemer.

Werth einiger andern Meth. des Rückw.-einschn. mit d. Meßtische.

§. 354. Außer den in den vorstehenden §§. abgehandelten Verfahrungsarten des Rückwärtseinschneidens giebt es noch:

**Einige andere bemerkenswerthe Methoden des Rückwärtseinschneidens nach drei Punkten,**

die nach einiger Uebung gewöhnlich schnell zum Zwecke führen, indessen entweder den gesuchten Punkt nicht so richtig bestimmen und mithin dem Meßtische nie eine so sichere Aufstellung geben, wie die erwähnten, oder nicht überall practisch angewendet werden können. Man darf sich daher einiger derselben nur bei flüchtigen Arbeiten bedienen, die keine große Genauigkeit erfordern. Die practischen derselben sind folgende:

1. Mit Hilfe der Orientirbouſſole.

§. 355. 1. Das Rückwärtseinschneiden mit Hilfe der Orientirbouſſole. Es kann nur dann ausgeführt werden, wenn man Gelegenheit hatte, vor dem Beginn der Arbeit die Orientirbouſſole genau einzurichten. Ist dies geschehen, so stellt man den Meßtisch auf den willkürlich gewählten Standort, von welchem die drei gegebenen Punkte zu sehen sein müssen, nach der Orientirbouſſole so genau als möglich orientirt auf, steckt in die gegebenen Punkte auf der Tablette Stationsnadeln, visirt von ihnen mittelst des Diopterlineals nach den gleichnamigen terrestrischen Punkten und zieht die Visirlinien rückwärts. Durchschneiden sich diese in einem gemeinsamen Punkt, so ist dies der gesuchte, und der Meßtisch richtig orientirt. — Könnte man sich ganz sicher auf die Orientirung durch

die

die Bouſſole verlaſſen, ſo würde man zur Beſtimmung des geſuchten Punktes nur nach zweien der gegebenen Punkte ſehen, und deren Viſirlinien rückwärts ziehen dürfen. Da indeſſen die Magnetnadel ſehr oft durch nicht ſogleich zu bemerkende äußere Einwirkungen irritirt wird, mithin nicht mit Zuverläſſigkeit angenommen werden kann, daß die Punkte auf dem Meßtiſche mit den gleichnamigen auf dem Felde eine parallele Lage erhalten haben; ſo iſt zur Prüfung der Lage des gefundenen Punktes eine Viſirlinie nach dem dritten gegebenen Punkt erforderlich. Trifft dieſe dritte Viſirlinie den Durchſchnittspunkt der beiden erſteren nicht, und entſteht ein fehlerzeigendes Dreieck, ſo iſt auch der geſuchte Punkt noch nicht gefunden, der Meßtiſch muß verrückt, noch einmal möglichſt genau nach der Bouſſole orientirt und das Verfahren wiederholt werden. Kommt man jetzt wieder nicht zum Zweck, ſo ſchreitet man zum Rückwärtseinſchneiden durch Annäherung. Jedenfalls hat man aber durch die Orientirbouſſole den Vortheil erlangt, daß das fehlerzeigende Dreieck gleich bei der erſten Aufſtellung des Meßtiſches ſehr klein wird. — Hieraus geht hervor, daß, wenn man vor Beginn der Arbeit die Orientirbouſſole einrichten kann, dies ſtets geſchehen, das Rückwärtseinſchneiden mit Hilfe der Orientirbouſſole dem durch Annäherung allemal vorangehen muß, und daß letzteres Verfahren nur angewendet werden darf, wenn jenes nicht zum Zwecke führt.

§. 356. — 2. Mit Hilfe des dreifüßigen Zirkels. 2. Mit Hilfe des dreifüßigen Zirkels.

Man ſteckt auf einer Stelle des Meßtiſches, die man nicht gebrauchen will, oder auf einem darüber gedeckten Papier, in irgend einen beliebigen Punkt eine Stationsnadel ſenkrecht ein, z. B. in $\delta$, Fig. 202, legt das Diopterlineal daran, viſirt nach den gegebenen terreſtriſchen Punkten, und zieht die Viſirlinien $\delta A$, $\delta B$ und $\delta C$ vorwärts, ſo erhält man die Winkel, welche dieſe Punkte mit dem zu beſtimmenden machen.*) Hierauf faßt man die drei auf dem Meßtiſch verzeichneten gegebenen Punkte a, b und c mit dem dreifüßigen Zirkel, indem

*) Mißt man mit einem geometriſchen Winkelmeßinſtrumente die Winkel ADB und BDC, die der Standort mit den gegebenen Punkten, A und B, wie mit B und C, macht, und trägt man dieſe auf einem Blatt Papier an irgend einen Punkt, $\delta$, ſo an, daß $\angle \alpha\delta\beta = \angle$ ADB und $\angle \beta\delta\gamma = \angle$ BDC, ſo kann man dieſes, wie das nächſtfolgende Verfahren, auch zur Beſtimmung des geſuchten Punktes durch jene Inſtrumente anwenden.

man die Zirkelspitze α in a, β in b, γ in c setzt, und trägt sie dergestalt auf die gezogenen Visirlinien, daß jede der Zirkelspitzen in die, dem Punkte, den sie darstellt, zugehörige Visirlinie zu stehen kommt, also α in ∂A, β in ∂B und γ in ∂C, so ergiebt sich dadurch die Lage des Punktes ∂ zu α, β und γ, oder die verhältnißmäßige des zu suchenden Punktes gegen die drei gegebenen a, b und c. Zur Bestimmung des gesuchten Punktes auf dem Meßtischblatte hat man daher nur nöthig, das Dreieck αγ∂ an die Linie ac zu tragen. Dies geschieht ebenfalls durch den dreifüßigen Zirkel, indem man die drei Punkte α, γ und ∂ in denselben faßt, die Zirkelspitze α in a, γ in c setzt, und mit der Zirkelspitze ∂ den Punkt durch einen zarten Stich markirt, wo sie hintrifft. Ist hierdurch der gesuchte Punkt d auf der Tablette gefunden, so steckt man in denselben, wie in einen andern der gegebenen Punkte, z. B. in b, eine Stationsnadel, legt das Diopterlineal an beide, und bewegt den Meßtisch so lange horizontal herum, bis der gleichnamige terrestrische Punkt vom Haar des Objectivdiopters in seiner Achse geschnitten wird. Dann hat das △ abc eine parallele Lage mit dem terrestrischen △ ABC.

Dies Verfahren ist nur sehr selten anwendbar, denn in der Regel liegen die Punkte, nach welchen man sich stationiren will, so entfernt von einander, daß man sie mit dem dreifüßigen Zirkel nicht fassen kann. Auch ist es sehr unsicher, weil die elastischen Zirkelspitzen vibriren, daher sich fast nie genau auf die abzugreifenden Punkte einstellen lassen. Eine mathematisch genaue Uebertragung von Dreiecken ist mit diesem Instrumente also kaum möglich.

3. Mit Hilfe des Pflanzenpapiers.

§. 357. — 3. Mit Hilfe des durchsichtigen Pflanzenpapiers. Man legt ein hinlänglich großes Stück dieses Papiers, oder in Ermangelung desselben ganz feines Postpapier, auf den Meßtisch, befestigt dessen Ecken, damit es sich nicht verschieben kann, mit Wachs oder Mundleim, steckt eine Stationsnadel senkrecht in dasselbe und zieht von dieser aus, wie vorhin, Visirlinien in der Richtung auf die drei gegebenen terrestrischen Punkte. Hierauf löst man das durchsichtige Papier los, und schiebt dasselbe so lange über die auf dem Meßtisch gegebenen Punkte hin und her, bis die auf ihm gezogenen Visirlinien die ihnen zugehörigen Punkte schneiden. Dann bestimmt der Punkt, aus dem die Visirlinien gezogen wurden, die verhältnißmäßige Lage des gesuchten Punktes, und man hat nur nöthig, ihn mittelst einer feinen Stationsnadel senkrecht durchzu-

ſtechen, und den Meſstiſch nach dieſem und einem anderen der gegebenen Punkte einzurichten.

Wenn zwar dieſe Methode des Rückwärtseinſchneidens der vorigen bei weitem vorzuziehen iſt, ſo giebt ſie dennoch den geſuchten Punkt niemals ganz genau, weil die Stärke der Viſirlinien, die Vorziehbarkeit des durchſichtigen Papiers, das auch bei ſtillem Wetter ſelten vollkommen ruhig liegt, ꝛc., der Genauigkeit entgegen wirken.

4. Durch Construct. zweier excentriſcher Kreiſe.

§. 358. — 4. Mit Hilfe einer geometriſchen Conſtruction durch Verzeichnung zweier excentriſcher Kreiſe. Man ſtellt den Meſstiſch über den auf der Tablette zu beſtimmenden Standort D, Fig. 203, horizontal, giebt dem auf ihm verzeichneten △ a b c nach dem Augenmaße eine möglichſt parallele Lage mit dem terreſtriſchen △ ABC, und zieht die Viſirlinien A a, B b u. C c rückwärts. Durchſchneiden ſich dieſe genugſam verlängert nicht in einem gemeinſchaftlichen Punkt, ſondern entſteht ein fehlerzeigendes Dreieck $\alpha\beta\gamma$, ſo kann, ohne einen Fehler zu begehen, angenommen werden, daß die durch je zwei und zwei dieſer Viſirlinien entſtandenen Winkel $a\alpha b$, $b\beta c$ und $a\gamma c$ gleich den Sehewinkeln vom Stationsorte D, nach den terreſtriſchen Punkten A und B, B und C wie A und C ſind, wenn auch die Scheitelpunkte $\alpha$, $\beta$ und $\gamma$ nicht genau über dem Stationspunkt D liegen; denn die Winkelexcentricität iſt bei der beträchtlichen Entfernung des Standortes von den Richtobjecten = 0 zu betrachten. — Zur Beſtimmung des geſuchten Punktes d handelt es ſich jetzt darum, die drei Viſirwinkel $a\alpha b$, $b\beta c$ und $a\gamma c$ in einem gemeinſchaftlichen Scheitelpunkt zu vereinigen. Dies läßt ſich bewirken, wenn man durch die Endpunkte einer Seite des gegebenen △ a b c und den Scheitelpunkt des dazu gehörigen Viſirwinkels, z. B. durch a, b u. $\alpha$, einen Kreis, darauf eben ſo durch die Endpunkte einer anderen Seite b c, und den Scheitelpunkt $\beta$ des dazu gehörigen Viſirwinkels einen zweiten Kreis legt; beide Kreiſe werden ſich dann, außer in dem ihnen gemeinſchaftlichen gegebenen Punkt b, noch in einem zweiten Punkt, entweder innerhalb des fehlerzeigenden Dreiecks, oder außerhalb deſſelben, wie in d, ſchneiden und durch dieſen Schnitt die Lage des geſuchten Punktes beſtimmen; denn $\angle$ a d b = $\angle$ $a\alpha b$; $\angle$ b d c = $\angle$ $b\beta c$, weil ſie auf gleichen Bogen ruhende Peripherie-Winkel ſind; da ferner nach der Annahme $\angle$ $a\alpha b$ = $\angle$ ADB u. $\angle$ $b\beta c$ = $\angle$ BDC ſo iſt auch $\angle$ a d b = $\angle$ ADB und $\angle$ b d c = $\angle$ BDC, woraus ſich die richtige Lage von d zu a, b und c ergiebt.

Um den Meßtisch zu orientiren, steckt man in d und einen der gegebenen Punkte, z. B. c, Stationsnadeln, legt das Diopterlineal daran, und dreht den Meßtisch mit Hilfe der Mikrometerschraube so lange herum, bis das Haar des Objectivdiopters den dazu gehörigen terrestrischen Punkt, C, in seiner Achse schneidet.

Es versteht sich übrigens von selbst, daß von beiden Kreisen, wie von den übrigen Hilfslinien, in der Gegend der muthmaßlichen Durchschnittspunkte nur kleine Stücke ausgezogen werden dürfen, und daß sämmtliche Hilfslinien bei dieser, wie bei allen Hilfsconstructionen, so zart als möglich sein müssen, wenn man das Meßtischblatt rein und sauber erhalten will.*) Diese Methode des Rückwärtseinschneidens scheint beim

*) Einige Aufnehmer überspannen, um das Zeichnenpapier vor dem Beginnen der Detailaufnahme vollkommen rein zu erhalten und die vielen, bei der Triangulation entstehenden, Visirlinien nicht auf demselben ziehen zu dürfen, den Meßtisch von Hause aus noch mit einem zweiten, ganz gewöhnlich aufgeklebten, Bogen Zeichnenpapier, führen auf diesem Ueberzuge die Triangulation aus, stechen nach Vollendung derselben die festgelegten Punkte durch, und schneiden dann den Ueberzug wieder ab. Allein dadurch erhalten sie fast nie vollkommen sichere Punkte; denn wollen sie das darunter befindliche Zeichnenpapier nicht verderben, so dürfen sie den Papierüberzug beim Aufspannen nicht hinlänglich mit Wasser anfeuchten; er wird daher selten vollkommen glatt anliegen und sich während der Arbeit verziehen. Ferner verursacht eine jede während der Triangulation eingesteckte Stationsnadel auch in dem untern Papier einen Stich, und es lassen sich daher, wenn die festen Punkte durchgestochen sind, die diese bezeichnenden Nadelstiche selten genau von den falschen unterscheiden. Endlich wird beim Durchstechen die Nadel häufig nicht vollkommen vertikal gehalten, oder ihre Spitze während des Durchgangs durch das starke Zeichnenpapier abgelenkt, wodurch nothwendig Ungenauigkeiten in der Lage der festgelegten Punkte entstehen müssen. — Spannt man zunächst nur das zur Triangulation bestimmte Papier auf den Meßtisch, wenn dieses, nach Vollendung der letzteren, abgeschnitten ist, das Papier, auf dem die Detailaufnahme gezeichnet werden soll, und wird dann erst, wenn es getrocknet ist, das Durchstechen der festgelegten Punkte bewirkt, so geht nicht nur viel Zeit verloren, sondern die Arbeit wird noch ungenauer, als beim erst genannten Verfahren, weil das Netzblatt nicht vollkommen glatt anliegend auf der Tablette befestigt werden kann, und mehr Gelegenheit gehabt hat, sich zu verziehen. — Es ist daher viel rathsamer, die Triangulation unmittelbar auf dem Papier auszuführen, welches

erſten Blicke ſehr empfehlenswerth, da durch ſie der Punkt d nicht allein ſcharf beſtimmt, ſondern auch ſchnell gefunden werden kann, allein näher betrachtet zeigt ſich ſehr bald, daß ſie nur höchſt ſelten practiſch angewendet werden kann, denn in den meiſten Fällen liegen die gegebenen Punkte, wie es in Fig. 203 angedeutet iſt, ſo fern von einander und von dem zu ſuchenden Punkt, daß die Kreisbogen durch keinen Handzirkel geſchlagen werden können. Nur wer einen Stangenzirkel beſitzt, kann von dieſer Methode öfter Nutzen ziehen. Das Rückwärtseinſchneiden durch Annäherung bleibt alſo von allen Verfahrungsarten die am meiſten practiſche.

§. 359. Iſt nach einer oder der anderen Methode des Rückwärtseinſchneidens der Standort, auf dem man ſich mit dem Meßtiſche befindet, beſtimmt, und die Tablette gehörig orientirt, ſo fährt man in der Triangulation dadurch weiter fort, daß man von jenem Punkte aus nach allen ausgezeichneten nah und fern gelegenen Richtobjecten Viſirlinien zieht, dieſe mit Nummern verſieht, die letzteren mit den Namen der dazu gehörigen Richtobjecte in das Buch für die anviſirten Punkte einträgt und, wenn man hier ſein Geſchäft vollendet hat, ſich nach einem andern Standort begiebt, und dort die Triangulation weiter fortführt. Iſt der Standort, auf welchen das Inſtrument geſtellt war, durch kein natürliches Richtobject ausgezeichnet, und glaubt man ihn ferner mit Vortheil benutzen zu können, ſo wird in ihm ein Signal errichtet. Große Vortheile des Rückwärts-einſchneidens.

Das Rückwärtseinſchneiden macht den Detailaufnehmer gewiſſermaßen unabhängig. Auf jedem Ort, von dem aus er zwei oder drei gegebene oder bereits beſtimmte Punkte ſehen kann, vermag er ſich mittelſt deſſelben zu ſtationiren, die Vermeſſung fortzuſetzen und nach allen Richtungen hin auszudehnen. Er iſt mithin nicht gezwungen, dem Faden einer an einander hangenden Linie zu folgen; er kann vielmehr frei nach ſeiner Bequemlichkeit, ſo wie es für die Aufnahme einer Gegend

---

die Zeichnung aufnehmen ſoll. So manche Viſirlinie, die während der Triangulation nicht geſchnitten wurde und bei der Uebertragung der geſchnittenen Punkte vom Netzblatt auf das Zeichnenpapier verloren gehen würde, kann ſpäter vielleicht noch mit ſehr großem Vortheil benutzt werden, und befleißigt man ſich nur, recht zarte Viſir- und Hilfslinien zu ziehen, welches auch ſchon geſchehen muß, um ſcharf beſtimmte Durchſchnittspunkte zu erhalten, ſo können die benutzten Viſir- und Hilfslinien leicht wieder weggelöſcht werden, und der Sauberkeit der Zeichnung keinen Eintrag thun.

am vortheilhafteſten iſt, walten. Verfährt er bei der Triangulation nur einigermaßen ſorgſam, iſt die Gegend nicht zu bedeckt, und ſcheut er nicht, auf Terrainſtrecken, die arm an ausgezeichneten Nichtobjecten ſind, Signale zu errichten, Bäume mit Strohwiepen ꝛc. zu verſehen, ſo wird ihm höchſt ſelten die nöthige Anzahl feſter Punkte zum Rückwärtseinſchneiden fehlen.

### c. Wenn nur ein trigonometriſch beſtimmter Punkt gegeben iſt.

1. Wenn in den angrenzenden Sectionen feſte Punkte vorhanden ſind.

§. 360. Iſt nur ein trigonometriſch feſtgelegter Punkt gegeben, ſo kann die Triangulation nicht eher ausgeführt werden, als bis durch irgend ein vorbereitendes Verfahren ein zweiter genau beſtimmter Punkt erworben iſt. Sind in einer der angrenzenden Sectionen gegebene oder bereits genau beſtimmte Punkte vorhanden, ſo fällt dies nicht ſchwer; fehlen aber auch ihnen dieſelben, ſo iſt es mit mancher Schwierigkeit verknüpft.

1. Haben die angrenzenden Sectionen feſte Punkte, und liegen dieſe nicht fern von der Sectionsgrenze, ſo läßt ſich vielleicht einer, oder auch zwei oder mehrere derſelben verhältnißmäßig auf die Tablette*) tragen, und mit ihrer Hilfe auf die bekannte Weiſe die Triangulation ausführen. — Liegen die feſten Punkte der anſtoßenden Sectionen aber ſo entfernt, daß es unmöglich iſt, ſie verhältnißmäßig auf das Meßtiſchblatt zu bringen, ſo bleibt kein anderes Mittel übrig, als die Tablette mit einem zweiten Papier zu überſpannen, auf dieſes die Begrenzungslinien und gegebenen Punkte der anſtoßenden Section zu tragen, ſich nach den dazu gehörigen terreſtriſchen Punkten zu begeben, auf ihnen die Triangulation zu beginnen, ſie bis zur Grenze der eignen Section fortzuführen, und in der letzteren mindeſtens einen Punkt, von dem aus man den gegebenen ſehen kann, oder beſſer mehrere Punkte, zu beſtimmen. Iſt dies geſchehen, ſo ſchneidet man das Papier, auf dem dieſe Triangulation ausgeführt wurde, von der Tablette ab, bringt die Grenze beider Sectionsblätter, an der die geſchnittenen Punkte liegen, genau zur Deckung, befeſtigt die Grenzlinie auf dem abgeſchnittenen Papier über der auf der Tablette durch in ihre beiderſeitigen Endpunkte eingeſteckte

*) Iſt das Meßtiſchblatt zur Aufnahme jener Punkte nur um wenige Zoll zu klein, ſo läßt man daſſelbe auf der betreffenden Seite durch Anſchrauben einer Leiſte vergrößern.

Stationsnadeln, und sticht die geschnittenen Punkte senkrecht durch.

§. 361 — 2. Haben auch die angrenzenden Sectionen keine festen Punkte, so muß, von dem gegebenen Punkte aus, eine Standlinie gemessen und deren Lage zur wahren Nordlinie bestimmt werden. — Das erste Geschäft ist dann, die Richtung zu bestimmen, in welcher die Standlinie gemessen werden soll. Ist dies geschehen, so stellt man in diesem Alignement den Meßtisch auf, ermittelt die Lage der wahren Nordlinie (§. 193.) möglichst genau, steckt dieselbe auf dem Felde ab, orientirt danach den Meßtisch, steckt in den gegebenen Punkt auf der Tablette eine Stationsnadel, legt das Diopterlineal daran, visirt nach dem terrestrischen und zieht die Visirlinie rückwärts, so wird durch diese die Lage der Standlinie auf dem Meßtische und zum aufzunehmenden Terrain bestimmt sein. Mißt man jetzt die Linie von dem gegebenen terrestrischen Punkt bis zum Standorte des Meßtisches, oder über diesen hinaus, bis zu einem natürlichen oder künstlichen Richtobject mit einem Distancenmesser, *) und trägt man die gefundene Länge nach

2. Wenn auch die angrenzenden Sectionen keine festen Punkte haben.

*) Sollte der gegebene terrestrische Punkt, A, Fig. 204, zufällig nach allen Seiten hin von ungangbarem Terrain umgeben sein, welches keine directe Längenmessung erlaubt, so muß die Länge der Standlinie indirect gemessen werden. Dies geschieht am leichtesten, wenn man vom Standorte, B, aus, ein Alignement, BD, unter einem Winkel von etwa 60 bis 70° zur Standlinie annimmt, dasselbe durch die Visirlinie b d festlegt, dessen Länge bis zu irgend einem Punkt, C, von dem aus man den gegebenen Punkt, A, scharf und deutlich sehen kann, mißt, diese Länge nach dem verjüngten Maßstabe auf die Visirlinie von b nach c trägt, den Meßtisch über C aufstellt, nach B orientirt, von c nach A visirt und die Visirlinie c e zieht. Letztere wird sodann entweder den Punkt a treffen, und dann ist der Punkt b zufällig in der richtigen Entfernung von a angenommen worden, oder aber sie wird die Linie b a zwischen a und b, oder deren Verlängerung, in irgend einem Punkt, e, schneiden, und dann ist nach §. 309. b e die gesuchte Entfernung des Punktes B von A. Endlich wird die Lage des Punktes B der Standlinie verhältnißmäßig auf dem Meßtische dadurch bestimmt, daß man die Entfernung b e genau in den Zirkel nimmt, und auf a b von a nach b' trägt. — Die Hilfslinien b e und c a, die ihren Zweck erfüllt und jetzt keinen Werth mehr haben, werden ausgelöscht, und, wenn der Meßtisch wieder in B aufgestellt und nach A orientirt ist, kann aus b' die Triangulation begonnen werden. — Hat man eins der übrigen Winkelmeßinstrumente zur Hand, so läßt sich auch die Länge der Linie AB durch Rechnung finden.

dem verjüngten Maßstabe auf die Visirlinie, so kann aus deren Endpunkten sogleich die Triangulation begonnen werden. Ist indessen die Lage der wahren Nordlinie nicht genau bestimmt, so erhält auch die Standlinie eine falsche Lage auf der Tablette und zum aufzunehmenden Terrain, die Grenzen der Section treffen nicht genau mit denen der anstoßenden zusammen, und während sie auf der einen Seite übergreifen, berühren sie sich auf der anderen nicht. Es kommt daher bei dem vorbereitenden Verfahren Alles auf die vollkommen richtige Bestimmung der Lage der wahren Nordlinie an.

### d. Wenn kein trigonometrisch bestimmter Punkt gegeben ist.

1. Wenn in d. angrend. Sectionen feste Punkte vorhanden sind.

§. 362. Ist kein trigonometrisch bestimmter Punkt auf dem zu vermessenden Terrain gegeben, soll aber dessen ungeachtet die Aufnahme desselben mit der der anstoßenden Sectionen zusammentreffen, so kann dies nur dadurch bewirkt werden, daß man die Triangulation von den gegebenen oder bereits genau bestimmten Punkten einer der benachbarten Sectionen aus beginnt. Man wird daher in Allem so verfahren, wie es im §. 360. näher auseinandergesetzt ist. Jedoch kann man sich in diesem Falle nicht mit der Bestimmung eines Punktes an der Grenze beider Sectionen begnügen, sondern muß mindestens zwei oder drei Punkte in deren Nähe festlegen.

Auch läßt sich folgendes Verfahren anwenden. Man halbirt jede der vier Grenzlinien seiner Section und verbindet die sich gegenüber liegenden Theilpunkte durch gerade Linien. Jedes der dadurch entstandenen vier Vierseite bildet sodann eine Section im halben Maßstabe der Aufnahme. Eins derselben nimmt man als die gegebene Section, ein anderes als eine eben so anstoßende benachbarte Section an, trägt in letzteres die trigonometrisch oder bereits geometrisch bestimmten Punkte dieser Section nach dem halben Maßstabe, begiebt sich zu den dazu gehörigen terrestrischen, beginnt von ihnen aus die Triangulation, und führt diese bis in die eigne Section so fort, daß man in der letzteren mindestens drei ausgezeichnete Richtobjecte festlegt. — Ist dies geschehen, so trägt man nach dem ganzen Maßstabe die gefundenen Punkte auf

---

Man mißt alsdann, nächst der Länge BC, die Winkel ABC und BCA; dann ist, wie bekannt, $AB = \frac{BC \cdot \text{Sin. } ACB}{\text{Sin. } BAC}$ und wird nach dem verjüngten Maßstabe von a aus auf a b nach b' getragen.

das Meßtischblatt, und beginnt sodann von ihnen aus die eigentliche Triangulation. — Da sich aber beim Uebertragen der im halben Maßstabe festgelegten Punkte auf die gegebene Section nach dem ganzen Maßstabe, sowohl die bei der Triangulation entstandenen Fehler, als auch die Abtragungsfehler verdoppeln müssen, und mithin dies Verfahren, trotz der allergrößten Sorgfalt und Genauigkeit, niemals ein vollkommen richtiges Netz giebt, so wird man zur Triangulation im halben Maßstabe auch nur im höchsten Nothfalle seine Zuflucht nehmen.

§. 363. Haben auch die benachbarten Sectionen keine trigonometrisch oder geometrisch bestimmten Punkte, ein Fall, der kaum vorkommen dürfte, so ist es unmöglich, die zu vermessende Section im Einklang mit den übrigen aufzunehmen. Man muß daher die Arbeit so lange anstehen lassen, bis ein Netz über jene Sectionen gelegt ist, an welches man seine Triangulation knüpfen kann. 2. Wenn auch die angrenz. Sect. keine festen Punkte haben.

### C. Wenn eine Standlinie weder gemessen noch in festen Punkten gegeben werden kann.

§. 364. Im Kriege, ja selbst im Frieden, können Officiere beauftragt werden, eine Gegend mit einem Meßtischapparate und einigen Winkelmessern schnell aufzunehmen, ohne daß man ihnen weder einen Distancenmesser zur Ermittelung der Länge einer Basis, noch feste Punkte geben, noch, wenn auch eine Meßkette vorhanden sein sollte, eine zeitraubende Längenmessung gestatten kann. — Wie werden sie verfahren, wenn sie ihre Aufnahme durch eine möglichst genaue Triangulation begründen wollen? Beschreibung des Verfahrens.

Es scheint dann am gerathensten zu sein, den Abstand zweier ziemlich entfernt von einander und hoch liegender ausgezeichneter Richtobjecte*), die man wo möglich von allen Hauptpunkten des aufzunehmenden Terrains sehen kann, als gemessen zu betrachten, von einer Specialcharte ihre Entfernungen von einander und ihre Lage zum zu vermessenden Terrain zu entnehmen, und sie dem gemäß in dem Maßstabsverhältniß, nach dem man die Aufnahme anfertigen möchte, auf den Meßtisch zu tragen. — Gestützt auf diese Basis, führt man sodann, unbekümmert um den Maßstab, die Triangulation mit

*) Kann man Thürme, die in ihren Kuppeln eine Aufstellung des Meßtisches gestatten, oder ähnliche Richtobjecte wählen, so wird dadurch der schnelle Fortgang der Triangulation sehr befördert.

dem Meßtische aus, während man die Winkelmesser zur Detailaufnahme benutzt. Ist die Netzlegung vollendet, so fertigt man im Verhältniß zur angenommenen Basis einen Schrittmaßstab (§. 367.) an, benutzt denselben im Laufe der Vermessung zum Auftragen von Längen, und gewinnt auch durch denselben ein Mittel, die Länge der Basis, wie die Entfernungen aller übrigen Punkte von einander, nach Schritten zu bestimmen. — Nach Vollendung der Vermessung wird der Schrittmaßstab unter die Zeichnung gesetzt und, wenn es nöthig erachtet werden sollte, in einen Meilenmaßstab übertragen.

Ist das Maßstabsverhältniß eines auf diese Weise entstandenen Plans auch nicht genau, sondern nur annähernd das, in dem gewöhnlich Vermessungen dieser Art ausgeführt werden, so ist doch die Arbeit in sich unstreitig richtiger, als wenn man eine kleine Basis mit Schritten, mit schlechten Distancenmessern, oder mit guten flüchtig, daher ungenau, gemessen, und daran die Triangulation des aufzunehmenden Terrains geknüpft hätte. Hat man später Zeit, und ist die Vermessung es werth, so kann dieselbe immer noch nach dem vorschriftsmäßigen Maßstabsverhältniß umgezeichnet werden.

## VI. Die Detailaufnahme.

Vorbemerkung.

§. 365. Ist die Triangulation vollendet, glaubt man auf allen Theilen des aufzunehmenden Terrains die Lage einer hinlänglichen Anzahl von Nichtobjecten genau bestimmt und auf der Planchette festgelegt zu haben, um daran mit Sicherheit die Detailaufnahme knüpfen zu können, so geht man ohne Säumniß zur letztern über. Durch sie erhält das Gerippe der Triangulation erst Leben. Die einzelnen auf dem Papier bestimmten Punkte werden mit Weilern und Dörfern, mit Flecken und Städten umgeben, durch Straßen verbunden, durch stehende und fließende Gewässer getrennt; Terrainerhöhungen und Vertiefungen, Wiesen, Brücher, Wälder ꝛc. werden dargestellt, und die leere, mit einzelnen Punkten übersäete Papierfläche gestaltet sich nach und nach zu einem anschaulichen Bilde der zu vermessenden Landschaft. Das durch seine Einförmigkeit Ermüdende des Geschäfts ist geschehen; in reicher Mannichfaltigkeit entwickelt sich die Arbeit und steigert das Interesse.

Blicken wir auf die Gegenstände, welche durch die Detailaufnahme bildlich dargestellt werden sollen, so können wir sie vornehmlich in folgende Classen eintheilen: in Straßen, Wege und fließende Gewässer, oder in gerade, gebrochene und krumme

Linien; in stehende Gewässer, Wiesen, Brücher, Sümpfe und Wälder, oder in Figuren; in Erhöhungen und Vertiefungen des Bodens, und in bewohnte Orte. — Von der Aufnahme aller dieser Gegenstände werden wir daher handeln müssen, bevor wir einen Blick auf den bei der Vermessung eines ganzen Terrainabschnitts einzuschlagenden Gang und die Hülfsmittel werfen können, deren man sich bedient, um die Aufnahme zu beschleunigen, oder um sie mit möglichster Genauigkeit schnell zu vollenden.

Doch noch Eins ist vorher zu berücksichtigen, nämlich: daß bei allen militairischen Aufnahmen, der Zeitersparniß wegen, nur die größeren Entfernungen mit Instrumenten, die kleineren unbedeutenderen hingegen mit Schritten gemessen werden. Dies kann keinen wesentlichen Nachtheil für die Arbeit haben, weil eine Längendifferenz von wenigen Schritten entweder in dem Maßstabe, in dem gewöhnlich gearbeitet wird, gar nicht auftragbar, oder ohne Einfluß auf militairische Unternehmungen ist. Auch können jene Fehler sich nur selten fortpflanzen, weil an abgeschrittene Linien in der Regel keine Bestimmung anderer Linien geknüpft wird. Hat letzteres irgend wo dennoch geschehen müssen, so kann der entstandene Fehler, sobald man an sicher bestimmte Punkte kommt, leicht rectificirt werden. Da indessen ausnahmsweise wohl größere Entfernungen abgeschritten werden müssen, wie z. B. in Wäldern, tiefen Thälern oder an anderen Orten, auf denen man keine bereits festgelegten Richtobjecte sehen kann, vermittelst welcher man durch Construction die Entfernungen bestimmen könnte, und da es überhaupt wünschenswerth ist, die Fehler, welche durch das Abschreiten erzeugt werden, nach Möglichkeit zu compensiren, so ist es nöthig, das Verhältniß der Schritte zum natürlichen Maße zu ermitteln, und nach diesem Verhältniß einen Schrittmaßstab anzufertigen. Ohne einen solchen Maßstab würde man gezwungen sein, jede in Schritten erhaltene Länge, um sie richtig auftragen zu können, nach dem gefundenen Verhältnisse auf Ruthen zu reduciren. Endlich, bei ganz flüchtigen Aufnahmen, werden die Hauptentfernungen nur abgeschritten, die unwesentlicheren dagegen nach dem Augenmaße geschätzt. — Wir werden daher auch vom Schrittmaßstabe und vom Augenmaße, und zwar noch vor der Erörterung der Aufnahme von einzelnen Terraingegenständen, sprechen müssen.

## Vom Schrittmaßstabe und Abschreiten.

Bemerkungen über die Schritte.

§. 366. Die Schritte aller Menschen sind verschieden, und in der Regel von der Körpergröße oder von der Länge der Beine abhängig. Jeder Aufnehmer muß daher seinen eignen Schrittmaßstab haben. Soll aber der letztere seinen Zweck erreichen, so müssen die Schritte auch gleichmäßig sein. Die Gleichmäßigkeit derselben prüft man, wenn man irgend eine, aber nicht zu kleine, Entfernung an verschiedenen Tagen und zu verschiedenen Tageszeiten abschreitet und sieht, ob man genau ein und dasselbe Resultat erhält. Wer sich von der Ungleichmäßigkeit seiner Schritte überzeugt, muß sich im gleichmäßigen Abschreiten üben. Dazu kann jeder Spazier- und Dienstgang benutzt werden. Die erste Uebung geschieht am schicklichsten auf festem ebenen Boden; der Fußsteig neben einer Chaussee eignet sich am besten dazu. Hat man unter günstigen Umständen die nöthige Sicherheit erlangt, so übe man sich unter ungünstigen. Beim Bergaufsteigen verkürzen sich die Schritte gewöhnlich; und um so mehr, je steiler die Böschung ist. Beim Bergabschreiten werden die Schritte auf sanften Abdachungen länger; bei steilen wieder kürzer. Auf Sandboden und im Sturzacker dagegen nehmen sie an Länge zu. Man muß daher eine Gleichmäßigkeit der Schritte, alles Einflusses der Beschaffenheit des Bodens ungeachtet, zu erzielen suchen. Im Allgemeinen ist anzunehmen, daß auf ebenem Boden die meisten Menschen, vornehmlich Officiere, die durch das Ueben der verschiedenen Marscharten an eine Gleichförmigkeit im Tempo und im Schreiten gewöhnt sind, fast gleichmäßig schreiten; aber, wenn sie müde sind und nicht auf sich achten, die Schritte eben so vergrößern oder verkürzen, wie auf schwierigem Terrain.

Anfertigung und Gebrauch eines Schrittmaßstabes.

§. 367. Zur Anfertigung eines Schrittmaßstabes oder zur Ermittelung des Verhältnisses, in dem die Schritte zum Ruthenmaße stehen, stellt man sich auf irgend einem, in einer ebenen Gegend liegenden, bereits bestimmten Punkt auf, oder bestimmt die Lage des gewählten Standortes durch Rückwärtseinschneiden. Von hier aus nimmt man auf festem Boden ein willkürliches Alignement, wo möglich in der Richtung auf einen bereits festgelegten Punkt, so an, daß rechts oder links von demselben ein fester Punkt liegt. Das Alignement zieht man auf dem Meßtische durch eine feine Linie aus. Hierauf schreitet man in demselben ganz natürlich, ohne alle ungewöhnliche Anstrengung, in der Weise, wie

man gewöhnlich zu gehen pflegt, eine beliebige Entfernung, etwa 1000 Schritte, ab, ſtellt dort den Meßtiſch von neuem auf, orientirt ihn nach dem vorigen Standort und ſchneidet ſich nach dem zur Seite liegenden feſten Punkt ſeitwärts ab. Dann wird der Durchſchnittspunkt der durch dieſe Operation erhaltenen Viſirlinie mit der Alignementslinie, den gegenwärtigen Standort des Meßtiſches auf der Tablette bezeichnen und der Theil der Alignementslinie, welcher zwiſchen beiden Stationspunkten liegt, = 1000* ſein.*) Dieſe Länge wird als Grundlinie des zu conſtruirenden Transverſalſchrittmaßſtabes in den Zirkel genommen, auf die gerade Linie getragen, über welcher der Maßſtab angefertigt werden ſoll, und demgemäß in kleinere Einheiten zerlegt (§. 18. und 19.). —

Geht durch die zu vermeſſende Gegend eine Chauſſee, ſo können auch die Nummerſteine derſelben, welche ſtets 20 Ruthen von einander entfernt ſind, benutzt werden, um das Verhältniß der Schritte zum Ruthenmaße zu beſtimmen. Hätte man z. B. gefunden, daß man von einem Nummerſteine bis zum andern nur 95 Schritte machte, ſo würden 95* = 20°, alſo 1900* = 400° ſein. Man könnte mithin dieſe Länge vom verjüngten Ruthenmaßſtabe abnehmen und ſie einem Transverſalmaßſtabe für 1900 Schritt zum Grunde legen.

Je länger indeſſen die abgeſchrittene Entfernung iſt, die man dem Schrittmaßſtabe zum Grunde legen will, deſto mehr Gewährleiſtung giebt ſie, und um deſto ſicherer kann man größere Entfernungen durch Schritte meſſen und nach dem Schrittmaßſtabe auftragen.

Abſchreiten v Entfernung. und Fehler, die dabei begang. werden kön. nen.

§. 368. Bei jedem Abſchreiten von Entfernungen iſt es durchaus nothwendig, daß man gerade aus geht. Dies iſt aber nur dann zu erreichen, wenn man ſich irgend ein Object zum Point de vue nimmt, im Alignement auf daſſelbe einige Zwiſchenpunkte auswählt und dieſelben während des Abſchreitens feſt im Auge behält. Beachtet man dieſe Regel, ſo werden in ebenen Gegenden die Abmeſſungen mittelſt Schritten hinreichend genau. Denn nimmt man an, daß man bei jeden 100 Schritten auch wirklich einen Fehler von 2 Schritten begeht, was

*) Wer nicht gleichmäßig ſchreitet, kann jene Entfernung mehrmals abſchreiten, und das arithmetiſche Mittel aus den verſchiedenen Reſultaten dem Schrittmaßſtabe zum Grunde legen. — Wer noch genauer zu Werke gehen will, mag ſich auch einen beſonderen Schrittmaßſtab für Sturzacker und Sandboden machen.

schon sehr viel ist, so entsteht beim Abschreiten einer Entfernung von 500 Schritten nur ein Fehler von 10*, eine Differenz, die kaum in der Zeichnung auszudrücken ist. — In den meisten Fällen kann man darauf rechnen, daß die Fehler sich gegenseitig ausgleichen, d. h. daß, wenn man vielleicht beim ersten Hundert ein paar Schritte zu viel machte, man beim zweiten Hundert einige Schritte weniger macht, und so umgekehrt. Will man möglichst sicher gehen, so zählt man die Schritte hin und und zurück. Ergiebt sich dann eine Differenz, so nimmt man das arithmetische Mittel. Hat man sich im Abschreiten Uebung erworben und gewöhnt, die Schritte gleichmäßig zu machen, so treffen die beim doppelten Abschreiten gewonnenen Resultate oft bewundernswürdig genau zusammen.

Ungenauer und fehlerhafter wird das Abschreiten auf unebenem Terrain, oder wenn man bergauf und bergab steigen muß. Man erhält dann nicht die absolute Entfernung, weil man über die Abdachungen der Terrainerhebungen und Vertiefungen, mithin auf der Hypothenuse, statt auf der horizontalen Kathete, dahin geht. Muß man so viel bergauf als bergab steigen, so gleichen sich in der Regel die Fehler gegenseitig aus, weil man beim Bergaufsteigen unwillkürlich die Schritte um eben so viel verkürzt, als beim Bergabsteigen verlängert, und die Differenz zwischen der absoluten und gemessenen Entfernung wird bei geringen Neigungswinkeln des Terrains gleich 0 sein. — Steigt man bloß bergauf, oder bloß bergab, so muß man entweder seinen Schritten nach Verhältniß der Abdachung etwas hinzusetzen oder abbrechen, oder sich üben, die Schritte bergauf und bergab so groß wie auf der Ebene zu machen, und dann das Maß der Länge entweder mit Hilfe des Böschungsmessers (§. 76. 1.) oder der Verhältnißzahlen für die Anlagen verschiedener Abdachungen (§. 76. 2.) auf den Horizont reduciren. Uebung und Erfahrung, verbunden mit eigenem Urtheil, machen auch hierin zum Meister.

Schrittzählen und Abschreiten nach einem Schrittzähler oder einer Uhr.

§. 369. Das Schrittzählen ist ein sehr mühsames und undankbares Geschäft. Nichts ist leichter als das Verzählen, zumal wenn die Aufmerksamkeit durch die Gegenstände links und rechts rege gemacht oder wenn man geneigt ist, seinen Gedanken nachzuhängen. Daher muß man es sich von Hause aus zur Regel machen, immer beim Niedersetzen des Fußes eins, zwei, drei u. s. w. zu zählen, bei jeden hundert Schritten stille zu stehen, und einen Strich in die Croquir- oder Schreibtafel zu ziehen, und nach vollendetem Abschreiten

sogleich die Schrittzahl für die ganze Distance niederzuschreiben. Hat man sich einmal hieran gewöhnt, so bleibt man bei jedem 100sten Schritt unwillkürlich stehen. —

Um sich das Zählen zu erleichtern, halten manche Aufnehmer es für vortheilhaft, immer erst den zweiten Schritt zu zählen. Mir hat dies nie glücken wollen; ich habe mich viel öfter verzählt und es zweckmäßiger gefunden, stets mit dem linken Fuße das Abschreiten zu beginnen, so daß auf ihn alle ungeraden, auf den rechten Fuß hingegen alle geraden Zahlen kommen. Man entdeckt dann viel eher, ob man sich verzählt hat. Kommt z. B. auf den rechten Fuß eine ungerade Zahl, so ist ein Zählfehler vorgefallen. Auch scheint es natürlicher, jeden Schritt zu zählen, wie jeden Takt in der Musik.

Die Schrittzähler*) sind zwar eine gute Controlle, allein man kann sich nie vollständig auf sie verlassen. Sie sind sehr launenhaft und wandelbar. Auch sind sie unbequem und ermüdend bei anhaltendem Gebrauch.

Endlich lassen sich die abgeschrittenen Entfernungen auch nach einer Secundenuhr, ohne große Fehler, bestimmen, wenn man sich an eine gleichmäßige Cadence gewöhnt hat. Weiß man z. B., daß man in einer Minute in der Regel 108* macht, so wird man in 5 Minuten 30 Secunden eine Entfernung von $5\frac{1}{2} \cdot 108 = 594$* zurückgelegt haben. Gesetzt auch, daß man 110* oder auch nur 106* in einer Minute gemacht hätte, so würde dadurch nur ein unbedeutender Fehler von 11* entstanden sein, der kaum aufzutragen ist. Die Messung der Entfernungen nach der Cadence und Secundenuhr ist beim flüchtigen Croquiren sehr zu empfehlen. Sie gewährt den Vortheil, daß man seine Aufmerksamkeit ungetheilt auf die zu beobachtenden Gegenstände richten kann. Nur muß man sich hüten, stille zu stehen, ohne nach der Uhr zu sehen und sich die Zeit zu mer-

*) Die Schrittzähler haben in der Regel die Form einer Taschenuhr, werden an der Hüfte oder in der Uhrtasche getragen und mittelst eines Fadens mit dem Knie oder Fuß verbunden. Sie sind mit 3 Zeigern versehen, von denen der eine die einzelnen Schritte, der andere die Hunderte und der dritte die Tausende auf dem Zifferblatt anzeigt. Selbst die Zeiger der gut gearbeiteten springen nicht selten, statt über einen, über eine Menge von Theilstrichen fort, wenn der Faden zu straff angespannt ist, wenn man fehltritt oder, um über einen Stein oder ein anderes Hinderniß weg zu treten, einen ungewöhnlich großen Schritt macht. Die nicht sorgfältig und dauerhaft gearbeiteten haben gar keinen Werth.

ken, oder seine Aufmerksamkeit durch irgend einen Gegenstand so fesseln zu lassen, daß man unwillkürlich kürzer und langsamer tritt. Hat man keine Secundenuhr, so gewöhne man sich, auf einer gewöhnlichen Uhr Viertelminuten zu schätzen. Dies ist ohne große Schwierigkeit zu erreichen. Eine Differenz von 14 Schritten, die durch einen Schätzungsfehler von etwas mehr als $\frac{1}{8}$ Minute entsteht, ist bei Bestimmung einer großen Entfernung ohne Nachtheil. Mißt man bedeutende Weiten auf diese Weise, so gleichen sich die Fehler in der Regel aus.

Bestimmung der Entfernungen nach Pferdeschritten und Galoppsprüngen.

§. 370. Im Kriege *) oder beim Recognosciren im Frieden kann ein Officier öfter genöthigt sein, zu Pferde aufzunehmen, wozu man freilich ein ruhiges und einen ordentlichen regelmäßigen Schritt gehendes Pferd haben muß. Sicherer und gleichmäßiger als die Schritte sind häufig die Galoppsprünge der Pferde. So verschieden die Männerschritte, so verschieden sind auch die Pferdeschritte und Galoppsprünge. Jeder Officier oder Aufnehmer muß daher das Verhältniß der Schritte und Galoppsprünge seines Pferdes zum Ruthenmaße oder eigenen Schrittmaße ermitteln, und sich nach diesem Verhältniß einen Schritt- und einen Galoppsprungmaßstab zum Auftragen der in einer oder der anderen Gangart gemessenen Entfernungen anfertigen. In bergigen Gegenden sind die Pferdeschritte in der Regel ein sichereres Maß als die eigenen Schritte, weil das Pferd die Eigenthümlichkeit hat, daß es berg-

*) Im Kriege kann man sich oft der Distancenmessung durch den Schall mit Vortheil bedienen, wenn sie auch für Vermessungen keinen Werth haben. Man weiß nämlich, daß der Schall nach den genauesten darüber angestellten Untersuchungen in einem Zeitraum von einer Secunde 1040 Pariser = 897 Preuß. Decimalfuß, mithin etwa 448 Schritt durchläuft. Da nun die Schnelligkeit des Lichtes die des Schalls nahe an 976000 Mal übertrifft, mithin das Licht sich so schnell fortpflanzt, daß bei terrestrischen Entfernungen zwischen seinem Entstehen und unserm Wahrnehmen desselben für unsere Sinne kein bemerkbarer Zeitraum vorhanden ist, so kann das Licht bei Distancenmessungen durch den Schall als Marke benutzt werden. Z. B. wird eine feindliche Kanone abgefeuert, und zählt man die Secunden von dem Augenblicke an, in welchem man den Blitz des Geschützes sieht, bis zu dem, wo man den Knall hört, und multiplicirt man die Secundenzahl mit 448, so erhält man die Entfernung jenes Geschützes vom Standort in Schritten ausgedrückt. Wären z. B. 6 Secunden gezählt worden, so würde jene Entfernung = 6 . 448 = 2688 Schritt sein.

bergauf länger ausschreitet als auf der Ebene. Da es aber bergab seine Schritte noch mehr verkürzt, als der Mensch bergauf, so muß man zu Pferde nur die Entfernungen bergauf messen. Die Pferdeschritte zählt man nach dem Gefühle, ohne daß man nöthig hätte, hinunter zu sehen. Hat man einen Begleiter, so ruft man, wenn man den hundertsten Schritt zählt, laut: hundert; der Begleiter ruft laut: einhundert, zweihundert u. s. w. und zählt die Hunderte. Hat man mehrere Begleiter, so wiederholt noch einer von ihnen die Zahl der Hunderte. Wenn zwei Menschen eine Zahl laut ausgesprochen und die Uebrigen sie gehört haben, so ist es nicht wahrscheinlich, daß Alle zugleich sie vergessen sollten. Das Notiren mit Bleistift in der Schreib- oder Croquirtafel hält auf und irritirt den Schritt des Pferdes durch das öftere Anhalten. Auch kann der Bote oder Begleiter bei jedem Hundert in ein Kerbholz einen Schnitt machen. Diese Kerbe müssen aber nach jeder Messung sorgfältig weggeschnitten werden, um Irrungen zu verhüten.

Tritt das Pferd im Schritte sehr rasch, wie z. B. polnische Pferde, so ist es zweckmäßiger, nach Doppelschritten zu zählen. Auch zu Pferde lassen sich Distancenmessungen nach der Zeit im Schritt, Trabe und im Galopp vornehmen. Man muß dann nur dafür sorgen, daß das Pferd gleichmäßig in der einmal angenommenen Gangart bleibt und nicht irritirt wird. Für jede Gangart muß jedoch ein besonderer und auf den eignen Schritt des Aufnehmers reducirter Maßstab angefertigt werden; man muß daher ermitteln, wie groß die Strecke, welche das Pferd während einer Minute im Schritt, Trabe oder Galopp zurücklegt, nach unserm Schritte ist. —

## Von dem Augenmaße und der Ausbildung desselben.

Allgemeine Bemerkungen über das Augenmaß.

§. 371. Bei flüchtigen Aufnahmen im Kriege, besonders wenn sie in der Nähe des Feindes ausgeführt werden müssen, können sehr häufig die Entfernungen, Linien und Winkel, theils aus Mangel an Zeit, theils aus Mangel an Instrumenten, nicht wirklich gemessen, sondern nur abgeschätzt, oder nach dem Augenmaße bestimmt werden. Aber auch im Frieden ist man bei Aufnahmen, die, für einen besondern Zweck bewirkt, schnell vollendet werden sollen, häufig gezwungen, zur Schätzung der unwesentlicheren Winkel und kleineren Entfernungen seine Zuflucht zu nehmen.

Es muß daher das Augenmaß, oder die Fertigkeit, die

Lage und Entfernung der Gegenstände, wie die räumlichen Verhältnisse einer Gegend, nach dem Eindruck, den sie auf das Auge machen, nach einem gewissen Maße oder nach ihrem militairischen Werthe zu bestimmen, ausgebildet werden, wenn man von demselben den größtmöglichsten Vortheil ziehen und von den durch die Abschätzung erlangten Resultaten Genauigkeit und Wahrheit erwarten will.

Ein Mensch besitzt mehr, ein anderer weniger Augenmaß; manche sind von der Natur gar stiefmütterlich mit demselben bedacht. Es ist zu gleichen Theilen aus Phantasie, Beurtheilungsvermögen und Erfahrung zusammengesetzt. Es giebt ein zwiefaches Augenmaß: ein *mechanisches*, durch welches die Länge der Linien, die Größe von Winkeln und die Höhe und der Umfang von Gegenständen geschätzt; und ein *militairisches*, durch welches einzelne Gegenstände, Orte, oder eine Gegend in Rücksicht auf Truppen-Bewegung, Stellung und Gefechtsverhältnisse, oder nach ihrem militairischen Werthe richtig gewürdigt werden.

Das *mechanische Augenmaß* beruht auf der Schärfe unserer Sehorgane, der Optik und der practischen Erfahrung; das *militairische* oder der *militairische Blick* ist dagegen theils vom Talente, theils von der kriegswissenschaftlichen theoretischen wie practischen Ausbildung abhängig, und erweitert sich in dem Grade, in dem der Officier in seiner Ausbildung fortschreitet. Von dem ersteren kann indessen hier nur die Rede sein. Da es von dem richtigen Sehen der Gegenstände abhängig ist, richtig Sehen aber nicht gelehrt werden kann, so lassen sich hier auch nur einige theoretische Fingerzeige und practische Erfahrungssätze zu seiner Ausbildung geben. Das Vehikel der letzteren bleibt immer die aus eigener practischer Uebung hervorgegangene Erfahrung.

Wodurch die Beurtheilung der Entfernung und der Größe v. Gegenständen bedingt wird.

§. 372. Alle Gegenstände werden durch die *Beleuchtung* oder durch die Lichtstrahlen sichtbar, die sie oder ihre Umgebung in unser Auge werfen. Es müssen mithin auch diejenigen am deutlichsten und klarsten in unserm Auge erscheinen, die das meiste Licht empfangen und, ohne das Auge dadurch zu blenden, zurückwerfen. Aber nicht alle Gegenstände, die eine gleiche Masse von Licht empfangen, werfen gleich viel zurück. Eine vollkommen schwarze Fläche z. B. strahlt gar kein Licht zurück. Wir sehen sie daher nur, weil auf dem Raume, den sie einnimmt, kein Licht vorhanden ist. Eine dunkelbraune oder blaue Fläche reflectirt ungleich weniger Licht als eine

gelbe, und diese wieder ungleich weniger als eine weiße. Mithin hängt das Sichtbarwerden der Gegenstände, wie die Klarheit und Schärfe, in der wir dieselben sehen, auch von ihrer Farbe ab.

Wir sehen aber auch die Gegenstände in keinem vollkommen leeren Raume, sondern durch die atmosphärische Luft, die bald reiner, bald mehr mit Dünsten angefüllt ist. Ein jedes Mittel, durch welches das Licht geht, läßt nach seiner physikalischen Beschaffenheit bald mehr, bald weniger Lichtstrahlen durch sich hindurchgehen, während es die anderen entweder in sich aufnimmt (verschluckt) oder wieder zurückwirft. Das Licht wird also beim Durchgange durch jedes Mittel, die atmosphärische Luft nicht ausgenommen, geschwächt, und nach dem Grade seiner Beschaffenheit mehr oder weniger von seiner Intensität verlieren. Natürlicherweise muß diese Schwächung zunehmen mit der Länge des Weges, den das Licht in jenem Mittel zurücklegt. Je reiner die Luft ist, desto weniger; je trüber, je mehr mit Dünsten angefüllt sie ist, desto mehr schwächt sie das Licht, desto weniger Lichtstrahlen wird sie hindurchlassen, und desto weniger erleuchtet der ferne Gegenstand, nach dem wir blicken, erscheinen. Seine wahre Farbe wird von der bläulichen Farbe der atmosphärischen Luft, wie mit blauem Dunst, überzogen. Seine von der Sonne erleuchteten Flächen werden dunkler, seine im Schatten liegenden Seiten, durch jenes Mittel gemildert, sanfter, seine Conturen weniger scharf abgesetzt dem Auge erscheinen. Sein Bild ist mithin ein anderes, als wenn wir, in klarer Luft, in seiner Nähe stehend, ihn anschauen. Eine große Entfernung und trübe Luft bringen also in Rücksicht auf die scheinbare Beleuchtung und das Sichtbarsein der Gegenstände ein und dieselbe Wirkung hervor.

Blicken wir nach einem nahen Gegenstande, so müssen wir unsere Augen anders gegen einander wenden, als wenn wir nach einem fern gelegenen sehen. Diese Veränderung in der Stellung, ja in der innern Einrichtung unserer Augen, die man die Anpassung zum deutlichen Sehen genannt hat, ist von einem gewissen, aber nur schwachen, Gefühl begleitet, welches uns auf die Entfernung der Gegenstände einigermaßen aufmerksam macht. Daher können wir auch nicht zu gleicher Zeit gleich deutlich zwei sehr verschieden entfernte Gegenstände sehen; nur einen nach dem andern. Ja wir fühlen eine gewisse Anstrengung bei der Bemühung, schnell nach ein-

ander verschieden entfernte Gegenstände mit gleicher Schärfe wahrzunehmen. Darin haben wir in unserm Auge einen Maßstab für die Entfernungen, dessen Skala wir aber nur durch genaue Beachtung unsers Gefühls kennen zu lernen im Stande sind.

Wenn sich die Entfernung irgend eines Gegenstandes verändert, so wird auch der Gesichtswinkel ein anderer, und zwar desto kleiner, je größer die Entfernung wird. Wird der Gesichtswinkel sehr klein, so entschwindet der Gegenstand zuletzt unserm Auge. Mithin müssen auch gleich große Gegenstände nach dem Grade ihrer Entfernungen dem Auge in verschiedener Größe erscheinen, und um so kleiner, je entfernter sie sind. Das Maß ihrer Größe steht aus leicht erweislichen Gründen im umgekehrten Verhältniß zum Quadrate ihrer Entfernungen. Hierdurch ist es möglich, daß kleine Objecte, welche dem Auge näher liegen als größere, diese entweder vollkommen oder doch zum größern Theil scheinbar decken; und eben daher erscheint uns von zwei gleichweit entfernten Objecten das kleinere entfernter. Hieraus folgert sich, daß das Schätzen der Größe von Flächen und Körpern auch eben so von der Größe des Gesichtswinkels, oder der Entfernung, abhängig ist, wie von der Beleuchtung.

Um indessen Trugschlüsse zu vermeiden, dürfen wir nicht außer Acht lassen, daß die Größe des Gesichtswinkels nicht allein von der Entfernung der Flächen vom Auge, sondern auch von ihrer Richtung abhängig ist. Daher kann ein und dieselbe Fläche, oder ein Körper, bei gleicher Entfernung bald einen großen, bald einen kleinen Gesichtswinkel erzeugen. Trifft der mittlere Gesichtsstrahl, die Achse des Gesichtskegels oder Gesichtsachse, senkrecht auf die Fläche eines Gegenstandes, so ist der Gesichtswinkel größer, als wenn alle Gesichtsstrahlen sie unter einem schiefen Winkel treffen. Sie erscheint also auch im ersteren Falle größer als im letzteren. Mit andern Worten: sehen wir einen langen aber nicht dicken Gegenstand in gerader Front, so erscheint er dem Auge am größten; in schiefer Front kleiner; endlich von der Seite am kleinsten. Denken wir uns den Gegenstand AB, Fig. 205, um den Punkt C, in welchem er von der Gesichtsachse, GC, getroffen wird, in die Lage a b gedreht, so wird seine sichtbare Länge, a b′, sich zu seiner ganzen Länge, AB, verhalten, wie der Sinus des Winkels bCG, den er mit der Gesichtsachse beschreibt, zum Radius BC.

Denn $ab' = ac + c'b$, da $cb' = c'b$, weil $cc' \parallel b'b$
und $ac = \sin. aCc = \sin. c'Cb$, weil $\angle aCc = \angle c'Cb$ u. $aC = Cb$
$c'b = \sin. c'Cb$

so ist $ab' = 2 \sin. c'Cb$

ferner $AB = 2\,CB$, da $AC = CB$
so ist $ab' : AB = 2 \sin. c'Cb : 2\,CB$

mithin $ab' : AB = \sin. c'Cb : CB$.

Hieraus folgt, daß auch eine andere Stellung des Auges zum Gegenstande, durch welche ein kleinerer Gesichtswinkel entsteht, denselben entfernter erscheinen lassen kann, als er wirklich ist.

Auf die Beurtheilung der Entfernung und Größe eines Gegenstandes übt also wesentlichen Einfluß aus:

1. seine Beleuchtung und Farbe, oder die Luftperspective;
2. die Beschaffenheit der Luft;
3. seine Entfernung vom Standpunkte;
4. seine Stellung zum Auge.

§. 373. Hören wir nun, was die practische Erfahrung hierüber lehrt. practische Erfahrungssätze.

1. Beleuchtung und Farbe, oder die Luftperspective. Wie Beleuchtung und Farben uns bei Beurtheilung der Entfernungen behilflich sind, so werden sie andererseits sehr häufig die Ursache zu Täuschungen. Haben von der Sonne beleuchtete Gegenstände lebhafte Farben, so springen sie, besonders auf dunklem Hintergrunde, deutlicher hervor und erscheinen näher; während graue oder matte Farben die Gegenstände mehr zurücktreten oder ferner erscheinen lassen. Wer hätte nicht schon in seinem Leben die Erfahrung gemacht, daß ein in der Ferne gesehenes, weiß abgeputztes Gebäude viel näher erscheint als ein graues oder aus bloßen Lehmwänden bestehendes; oder ein neues Ziegeldach viel näher als ein altes und ein mit Stroh gedecktes? — Die weiß abgeputzten Gebäude eines hoch gelegenen, von keinen Bäumen umgebenen, Vorwerks scheinen im Glanze der Vormittags- oder Nachmittagssonne oft keine Viertelmeile entfernt zu sein, während man doch häufig noch eine Meile weit zu gehen hat, ehe man sie erreicht. Ebenso täuschen weiß abgeputzte und mit Ziegeln gedeckte, wie bloß von Holz erbaute und mit Schindeln, in der natürlichen Holzfarbe, bedeckte Thürme. Während man die ersteren ganz nahe glaubt, sind sie noch meilenweit entfernt, und während man

die letzteren noch sehr fern, an trüben Tagen oft noch meilenweit hält, kann ihr Abstand nur noch nach Viertelmeilen berechnet werden. Haben graue, mit Schindeln oder Schiefer gedeckte, Thürme nur die Luft zum Hintergrunde, so entschwinden sie durch die Sonnenbeleuchtung oft gänzlich unserm Auge, weil ihre Farbe der der Atmosphäre gleicht; oder man sieht ihre von der Sonne beleuchtete Seite nicht, während ihre Schattenseite sichtbar bleibt. Sind Schindeldächer, oder ganz von Holz erbaute Gebäude, ganz neu, hat das Holz noch nicht die ihm eigenthümliche graue Farbe erhalten, so scheinen sie, von den Sonnenstrahlen getroffen, oft sehr nahe, und bald darauf, von einer Wolke beschattet, wieder sehr fern. Weite einfarbige Flächen, wie z. B. eine ausgedehnte Sand- oder Sturzackerfläche, wird man in der Regel zu schmal schätzen. Es gehört also große Aufmerksamkeit und Uebung dazu, wenn man sich von der Beleuchtung und Farbe der Gegenstände nicht täuschen und zu Trugschlüssen verleiten lassen will.

2. Die Beschaffenheit der Luft. Ist die Luft rein und still, recht klar und durchsichtig, so erscheinen alle Gegenstände näher, weil ihre Conturen und Farben schärfer hervortreten und mehr Einzelnheiten an ihnen sichtbar sind. Am weitesten sieht man in der Regel gegen Abend eines heitern Tages ein oder zwei Stunden vor Sonnenuntergang, kurz vor einem Regen, oder wenn nach einem Regenschauer die Sonne zwischen Wolken hervorbricht. Alle Entfernungen scheinen sich dann verkürzt zu haben. Ist die Luft aber von den Sonnenstrahlen sehr erwärmt, flimmert sie, so treten die Gegenstände scheinbar zurück und werden höher. Noch mehr ist dies der Fall, wenn die Luft sehr mit Wasserdünsten oder mit Heer- (Höhen-, Heide-) Rauch angefüllt oder gar neblig ist. In einer mit Wasserdunst sehr angefüllten, scheinbar aber heiteren Luft sieht man oft, namentlich des Morgens, wenn die Luft in ihren Schichten sehr verschieden dicht und ungleich erwärmt ist, recht entfernte oder tief gelegene Gegenstände von Punkten aus, von denen sie bei reiner Luft niemals gesehen werden; denn die aus dünneren in dichtere Luftschichten übergehenden Lichtstrahlen brechen sich, pflanzen sich in der Richtung einer Kurve fort und heben daher scheinbar jene Gegenstände. Im Nebel werden kleine Gegenstände oft ungemein vergrößert. Ein kleiner Thurm erscheint wie ein Koloss; ein kleiner schlanker Baum wie eine große Eiche. — Auch sieht man an heiteren Tagen in den Vormittagsstunden die gegen Westen, in den Nachmittags-

ſtunden die gegen Oſten liegenden Gegenſtände weit deutlicher und ſcheinbar näher, als die in entgegengeſetzter Richtung ſich befindenden, welche häufig trübe, bläulich und wie in Nebel eingehüllt, namentlich des Vormittags oder kurz nach Mittag, erſcheinen. Derſelbe Fall tritt ein bei Gegenſtänden, die man über Nadelholzwaldungen hinweg erblickt. Sie erſcheinen in blauem Nebel und dem Auge ferner. — Ebenſo wie bei großen Entfernungen, übt die Beſchaffenheit der Luft auch beim Abſchätzen von kleinen Entfernungen den entſchiedenſten Einfluß aus, und die Täuſchungen bei letzteren ſind oft verhältnißmäßig viel größer als bei erſteren.

3. Die Entfernungen der Gegenſtände vom Standpunkte. Je ferner die Gegenſtände, deſto kleiner erſcheinen ſie, deſto weniger können wir ihre einzelnen Theile unterſcheiden. Zwei parallele Reihen von Bäumen, oder die in einer Reihe ſtehenden Bäume einer Allee, ſcheinen einander deſto näher, je weiter ſie vom Auge entfernt ſind, weil die Zwiſchenräume dieſer Bäume unter einem um ſo kleineren Sehewinkel erblickt werden, je weiter ſie von unſerm Standpunkte entfernt ſind. Ein entfernter Wald erſcheint zuletzt wie eine zuſammenhängende Maſſe. Sind wir gewöhnt, die Gegenſtände, die wir um uns herum in verſchiedenen Abſtänden erblicken, nach ihrer Größe zu beurtheilen, haben wir uns dadurch eine Kenntniß ihrer Größe verſchafft und in uns einen Maßſtab für dieſelbe in verſchiedenen Entfernungen, vielleicht uns unbewußt, entworfen, ſo ſtellt uns dies gegen viele Täuſchungen im Abſchätzen der Größe und Entfernung ſicher. — Kennt man die Größe eines Gegenſtandes, ſeine Höhe und Dicke, ſo läßt ſich daraus leicht ein Schluß auf die Entfernung eines analogen ziehen. Auf dieſen Schluß gründet ſich die Conſtruction der Diaſtimeter. Da in der Regel alle Bauerhäuſer und Bauerſcheunen einer Gegend ziemlich gleiche Größe haben, ſo läßt ſich aus der ſcheinbaren Größe derſelben, in verſchiedenen Entfernungen, auf die Abſtände der Orte von unſerm Standpunkte mit großer Sicherheit ſchließen. Ein anderes Mittel zur Erleichterung der Schätzung von Entfernungen iſt, ſich zu merken, was man von Gegenſtänden und ihren Theilen noch in gewiſſen Abſtänden ſieht. Z. B. bei Thürmen und Häuſern, wie weit man die Wetterfahnen und Spitzen, die Thurmknöpfe und dergleichen Hervorragungen, die Dachluken und Fenſter, die Linie, in welcher ſich das Dach vom Gebäude abſchneidet, oder andere Conturen, wie die der Fenſter-

gestimse und Kreuze, der Balken in hölzernen Gebäuden ꝛc., noch erkennen lassen; für geringe Abstände, wie weit sich die Borke, die Zweige und Blätter, die Art der Bäume; von einem Menschen das Gesicht, die Knöpfe, die Farbe und das Material der Kleidung, die Kopfbedeckung, die Bewegung der Beine ꝛc. noch erkennen läßt. Da dies von der Schärfe des Auges abhängig ist, so muß ein Jeder nach wiederholten Versuchen sich eine Tabelle für sein Auge anfertigen; dabei aber auch die verschiedene Beleuchtung und den verschiedenen Zustand der Atmosphäre nicht unberücksichtigt lassen. — Ebenso kann man aus der bekannten Entfernung von Gegenständen auf die unbekannte Größe derselben schließen. Zwei mit einander parallel stehende Gegenstände von ungleicher Länge und in verschiedenen Entfernungen, die einander decken, verhalten sich zu einander, wie ihre Entfernungen vom Standorte, denn da in Fig. 206 AB || CD, so ist auch AB : CD = EF : EG. — Von zwei Bergen, die ungleich hoch und verschieden vom Standorte entfernt sind, scheint der nähere höher als der entferntere. Sind Berge sehr entfernt, so scheinen sie wegen der Brechung oder Krümmung der Lichtstrahlen bedeutend höher und dadurch auch ihre Böschungen viel steiler, als sie wirklich sind. Wer erinnert sich hierbei nicht des Zoptens oder des Brockens, die fast an keiner Stelle steiler als zu 15°, ersterer größtentheils nur zu 10°, aufsteigen? Endlich

4. Die Stellung der Gegenstände zum Standort. Sie übt einen sehr bedeutenden Einfluß auf die Schätzung von Entfernungen und Figuren aus. Wir sind gewöhnt, Entfernungen für desto größer zu halten, je mehr Gegenstände, Orte, Berge, Thäler, Wiesen, Gebüsche ꝛc. zwischen ihnen und unserm Standorte liegen. Fallen diese Gegenstände fort, sehen wir bis zum Objecte, dessen Entfernung wir abschätzen wollen, nur über eine Acker-, eine Wiesenfläche ꝛc. fort, gleich sind wir geneigt, seinen Abstand für viel geringer zu halten, als er wirklich ist. Sehen wir ihn aber jenseit einer breiten Wasserfläche, so halten wir ihn wieder ferner, weil wir, wenn wir nicht an der Küste leben, in der breiten Wasserfläche etwas unserm Auge Ungewohntes sehen, und mithin ihre Ausdehnung überschätzen. Erscheint ein Mensch in der Entfernung von 150′ auf dem Boden, nicht beträchtlich kleiner als in der Entfernung von 30—40′, so wird man ihn doch kleiner finden, wenn er, wie z. B. ein Schieferdecker, sich auf dem Dache eines 150′ hohen Thurmes befindet. Das macht das Unge-

wöhnliche in der Erscheinung. — Sind wir nur an schlanke Thürme und Kirchen gewöhnt, die wenig über die sie umgebenden Gebäude emporragen, so scheint ein sehr dicker Kirchthurm und das an ihn anstoßende Dach einer großen Kirche, die wir über einen Hügel hervorragen sehen, schon sehr nahe, wenn man noch stundenweit von ihnen entfernt ist. Ebenso täuschen entfernte Gebäude, aber in entgegengesetzter Beziehung, wenn sie eine schräge Stellung gegen uns haben; man hält sie für entfernter. Man muß sich also daran gewöhnen, das Urtheil durch Vergleichungen und alle sich uns irgend darbietenden Mittel zu rectificiren. Z. B. stehen mehrere Gebäude in einer Reihe, und sehen die an einem Ende dieser Reihe stehenden kleiner aus als am andern Ende, so kann man mit Grund schließen, daß jene Reihe in schräger Front steht; sind die mittelsten Gebäude scheinbar höher und ihre Abstände von einander größer als an beiden Flügeln der Reihe, daß diese einen uns zugekehrten Bogen beschreibt; ist die Mitte aber niedriger als die beiden Flügel, daß die Oeffnung jenes Bogens uns zugekehrt ist; ꝛc.

Bewegt sich ein nahes Object, so scheint dessen Bewegung viel schneller zu sein als die eines entfernteren, welches sich mit derselben Schnelligkeit bewegt. Darf man das letztere annehmen, wie daß die Bewegung beider Objecte parallel ist, und kennt man die Entfernung des einen derselben, so läßt sich aus der scheinbaren Bewegung mit ziemlicher Sicherheit auf die Entfernung des andern Objectes schließen. Denn es ist, Fig. 207,

$$a e : a b = e f : b c, \text{ da } e f \parallel b c$$

folglich $$a e = \frac{a b \cdot e f}{b c}$$

Sieht man z. B. aus a zwei Colonnen marschirender Truppen (oder zwei Menschen) sich in gleicher und paralleler Richtung von e auf g und von b auf d bewegen, und kennt man zufällig die Entfernung des Punktes b von a = 2500*, so ist die Entfernung des Standpunktes a von der 2ten Colonne in e, wie folgt, zu finden. Man zieht die Taschenuhr heraus, bemerkt sich die Richtung a e, in welcher die Teten beider Colonnen sich deckten, und läßt die Truppen etwa 5 Minuten marschiren, so werden sie, da man bei marschirenden Truppen 100 Schritt auf die Minute rechnet, sich etwa 500* fortbewegt haben. Jetzt blickt man wieder nach den Colonnenteten, die sich nun in d und f befinden, und beurtheilt, um wie viel die Tete f der 2ten Colonne hinter der Tete d der ersten

zurückgeblieben ist. Ist es um $\frac{1}{3}$ b d, so ist b e $= \frac{1}{3}$ b d $= 333^*$, und nach obiger Formel

$$a e = \frac{2500 \cdot 500}{333} = 3753^* \text{ oder etwas über } \frac{1}{2} \text{ Meile.}$$

Was endlich die Schätzung der Gestalt von Figuren anbetrifft, so ist diese mit noch größerer Schwierigkeit verknüpft. Alles kommt dabei auf ihre Lage zu unserm Standort an. Könnten wir vertikal über ihnen schweben, so würden wir sie in ihrer wahren Form sehen. Stehen wir mit ihnen auf gleicher Fläche, so erscheint in der Regel ein Quadrat als Rhomboid oder Trapez, eine Kreisfläche als ein Oval, zwei parallele Linien scheinen in größerer Entfernung zu convergiren, u. s. w. Daher ist es sehr mißlich, besonders aus größerer Entfernung, eine Figur nach dem Augenmaße in bestimmten Umrissen zu verzeichnen. Sind wir ihr näher, so ist unser Urtheil richtiger, weil unser Auge, durch die Gewohnheit, alle Dinge in veränderter Gestalt zu sehen, sich, uns unbewußt, einen Maßstab zur Beurtheilung der Form naher Gegenstände ausgebildet hat. Das Studium der Perspective giebt uns ein Mittel, unser Urtheilsvermögen zu schärfen; die practische Erfahrung muß aber das Beste thun. Will man eine Schätzung dieser Art ausführen, so muß man sich vor Allem erst klar machen, welche Lage unser Standort zu jener Figur hat.

Ausbildung des Augenmaßes zur Abschätzung von Entfernung., Winkeln und Höhen.

§. 374. Nur dann erst, wenn sich im Auge und Urtheilsvermögen des Aufnehmers ein Maßstab ausgebildet hat, ist von Schätzung der Linien und Winkel eine annähernde Richtigkeit zu erwarten. Diesen Maßstab kann man sich aber nicht auf theoretischem Wege, sondern nur allein durch die Praxis erwerben. Man fange damit an, geringe Entfernungen von 50 bis 100 Schritt, zu allen Tageszeiten, bei verschiedener Beschaffenheit der Luft, in verschiedener Lage zum Standpunkte, auf der Ebene, in hügligem, auf freiem wie auf durchschnittenem Terrain, abzuschätzen, und gehe allmälig zu immer größeren Entfernungen, von 200 zu 300, 400, 500 Schritt u. s. w., über, wenn man sich überzeugt hat, daß man bei den geringeren entweder keine oder nur noch unbedeutende, im gewöhnlichen Maßstabe der Aufnahme nicht auftragbare, Fehler begeht. Jede geschätzte Entfernung wird abgeschritten und, wenn sich ein Schätzungsfehler ergiebt, genau überlegt, was dazu die Veranlassung gewesen sein kann. Größere geschätzte Entfernungen werden auf dem Meßtische durch Vorwärtsabschneiden bestimmt. Ergeben sich anfänglich auch beträchtliche

Differenzen zwischen Schätzung und Messung, so lasse man sich dadurch nicht irre machen, setze die Uebung sorgfältig fort, bis man immer weniger und weniger, zuletzt nur selten, fehlt, so wird sich bald im Auge ein Maßstab ausbilden, nach dem man mit immer zunehmender Genauigkeit jede gewöhnlich bei Vermessungen vorkommende Entfernung bestimmen kann. Das Schätzen von mittleren Entfernungen kann man sich sehr erleichtern, wenn man sie so wählt, daß ihre Endpunkte durch Bäume oder andere größere Gegenstände bestimmt sind, oder wenn man dort, wo dies nicht angeht, auf den Boden sieht, und die Größe der Steine, Ackerflächen, Stauden, Kräuter oder Gräser zu Rathe zieht. Eine genaue Schätzung sehr weiter Entfernungen ist nur dann möglich, wenn man die Größe der entfernten Gegenstände, auch nur ungefähr, kennt, und daran Schlüsse knüpfen kann. Liegen zwischen dem Standorte und einem entfernten Gegenstande noch andere Objecte, so thut man wohl, sich eine Stufenleiter von Schätzungen bis zu jenem Gegenstande zu bilden, d. h. erst den Abstand des nächsten, dann den des 2ten, 3ten ꝛc. Gegenstandes zu beurtheilen, und so allmälig weiter fortzuschreiten. Dies ist eine sehr gute Uebung zur Schärfung des Augenmaßes. — Leichter ist die Schätzung der Entfernung zweier Gegenstände von einander, die vom Standort gleich weit entfernt liegen. Doch muß man sich hüten, ihren Abstand von einander zu überschätzen. Dies geschieht sehr häufig, wenn wir unsern Standort für entfernter von ihnen halten, als er wirklich ist. Eine sehr gute Uebung in dieser Schätzung gewährt die Triangulation, die man also nicht unbenutzt dazu vorübergehen lassen darf.

Das Abschätzen von Winkeln ist mit größerer Schwierigkeit verbunden, als die Beurtheilung von Distancen. Es können hierbei doppelte Fehler begangen werden: einmal im Schätzen des terrestrischen Winkels; dann beim Auftragen desselben nach dem Augenmaße auf die Papierfläche. — Am schnellsten und sichersten kommt man zum Zweck, wenn man bei jeder Schätzung von Winkeln den rechten zu Rathe zieht, weil dieser am leichtesten beurtheilt und aus freier Hand construirt werden kann. Ist der Winkel größer als ein rechter, so construire man sich zuerst auf der Erde mit Hilfe von horizontal gelegten Stangen, dann auf dem Papiere durch Zeichnung mit dem Bleistift zwei rechte Nebenwinkel, halbire einen derselben, jeden halben Winkel noch einmal, und schätze und zeichne nun mit Hilfe dieser kleinen Winkel den zu bestimmen-

den. Nimmt man zur Uebung die geschätzten Winkel mit dem Meßtische oder mit einem andern Winkelinstrumente auf, und ermittelt, falls ein Schätzungsfehler vorgekommen ist, wodurch derselbe verschuldet wurde, so wird man sich in sehr kurzer Zeit im Auge einen Maßstab für die Größe der Winkel erwerben. Auch kann man auf dem Felde den rechten Winkel dadurch finden, wenn man gerade aus sieht, und den Punkt am Horizont sich merkt, dem man gerade gegenüber steht; die Augen niederschlägt, eine Viertelwendung rechts oder links macht, die Augen aufschlägt und den Punkt am Horizont ins Auge faßt, der vom Augenstrahl getroffen wird. Dann wird der letztere mit dem Standorte und dem zuerst gemerkten Punkt in der Regel einen rechten Winkel beschreiben. Eine vortreffliche Uebung im Schätzen ist es, wenn man einen großen Winkel, z. B. einen Winkel von 120°, in mehrere kleine zuerst von gleicher, dann von ungleicher aber bestimmter Größe nach dem Augenmaße zerlegt, die Alignements ihrer Schenkel bestimmt, und dann mit einem Winkelinstrumente die Winkel nachmißt. Nächstdem zeichne man auf einer Schreib- oder Croquirtafel die Figuren von Gehöften, Dörfern, Flecken, Wiesen und anderen Terraintheilen nach dem Augenmaße, und vergleiche sie mit dem durch eine wirkliche Aufnahme erhaltenen Bilde. Hierdurch erhält man Gelegenheit, sein Beurtheilungsvermögen zu prüfen, die begangenen Irrthümer zu entdecken, und das Auge allmälig zu gewöhnen, auch unter schwierigern Verhältnissen Winkel richtig zu schätzen.

Aber nicht nur Horizontal-, sondern auch Vertikal-, namentlich Böschungswinkel muß der Aufnehmer schätzen können. Beim practischen Aufnehmen von Höhenterrain wird er viel öfter Veranlassung haben, diese abzuschätzen, als jene. Die Böschungswinkel trügen außerordentlich; sie sind daher viel schwieriger richtig zu schätzen. Fast jeder Aufnehmer, vornehmlich ein Neuling im Geschäft, ist geneigt, die Böschungswinkel, besonders die langer Abfälle, größer anzunehmen, als sie wirklich sind. Ein Abhang von 5° Neigung fällt schon bedeutend in die Augen. Steht man einem Abhange gerade gegenüber, so ist die Länge der Schenkel des Vertikalwinkels weniger bemerkbar, als wenn man zur Seite desselben sich befindet. Man wird daher im erstern Falle den höchsten Punkt des Abhanges weniger fern halten, wenn nicht darauf gelegene Gegenstände der Beurtheilung zur Hilfe kommen, und mithin den Böschungswinkel für größer. Je mehr man sich vom Abhange entfernt, desto schwieri-

ger wird die Beurtheilung seines Neigungswinkels. Aus einer beträchtlichen Entfernung sieht selbst ein sanfter Abhang, vor dem man steht, einer fast senkrechten Wand ähnlich. Steht man aber seitwärts, so zeigt sich der Böschungswinkel in seiner wahren Größe, und ist mithin richtiger zu beurtheilen. Ein Jeder, der von Berlin nach Potsdam gefahren ist, wird sich erinnern, wie steil die Höhen, über welche die Chaussee etwa eine Meile vor Potsdam geht, aus dem Thale beim Friedrich-Wilhelms-Damm erscheinen, und wie diese Steilheit beim Hinauffahren gänzlich verschwindet. Auf dem Abhang stehende gerade Bäume, Zäune, senkrechte Stangen ꝛc. geben für die Schätzung einen guten Anhaltspunkt, indem man durch sie die Ergänzung des Böschungswinkels zu einem rechten erhält. Auch kann man sich durch ein Bleiloth jenen Ergänzungswinkel vermitteln. —

Eben so schwierig, wie die Beurtheilung des Böschungswinkels, ja noch schwieriger, ist die Schätzung von Berghöhen, sowohl einzeln, als im Vergleich zu anderen. Es gehört dazu eine außerordentliche Uebung, wenn man nur zu einem einigermaßen richtigen Resultate gelangen will. Man muß sich hierbei besonders gegen optische Täuschungen zu verwahren suchen. Die Uebung im Schätzen der Höhen ist um so schwieriger zu erwerben, als nicht viele Gegenden isolirte Höhen, welche die Beurtheilung erleichtern, haben, und es mühsamer ist, Höhen als Böschungs- und Horizontalwinkel richtig zu messen.

Die Gabe, Entfernungen, Winkel und Höhen richtig zu beurtheilen, gewährt nicht allein beim Aufnehmen und bei der Darstellung eines Terrainabschnittes entschiedene Vortheile in Hinsicht auf Schnelligkeit in der Ausführung, sondern erleichtert auch sehr die Auffassung einer Gegend, ihrem Charakter und ihrer Eigenthümlichkeit nach. Auch kommt diese Gabe dem Officier bei vielen Dienstverrichtungen auf das entschiedenste zu Statten, weshalb er den größten Fleiß auf die Erwerbung derselben verwenden sollte.

## Vom Aufnehmen einzelner Terraingegenstände.

### 1. Die Aufnahme von Straßen und Wegen oder von gebrochenen geraden Linien.

§. 375. Die Aufnahme von geraden oder gebrochenen geraden Straßen und Wegen kann auf mehrfache Weise geschehen, nämlich: Verschiedene Wege, die man dabei einschlagen kann

A. Mit dem Meßtische.

a) Durch Vorwärtsvisiren, Orientiren des Meßtisches durch Rücksicht und Messen der einzelnen Theile der gebrochenen Wegelinie.

b) Durch Vorwärts- und Rückwärtsvisiren, Orientirung des Meßtisches mit Hilfe der Orientirbouſſole und Messen der einzelnen Theile der gebrochenen Wegelinien.

c) Durch Rückwärtseinſchneiden und Vorwärtsvisiren.

d) Durch Seitwärtsabſchneiden, Orientiren des Meßtisches durch Rücksicht und Vorwärtsvisiren.

e) Mit Hilfe einer Standlinie und Vorwärtsabſchneiden.

f) Durch Abciſſen und Ordinaten.

B. Mit den übrigen Winkelmeßinſtrumenten, ähnlich wie mit dem Meßtische, und endlich

C. Durch Croquiren oder nach dem Augenmaße.

Bei Aufnahme eines größeren Terrainabſchnittes kann selten, oder faſt nie, von einer oder der anderen der genannten Methoden ein ausſchließlicher Gebrauch gemacht, vielmehr häufig die Meßtiſchaufnahme durch die Anwendung von Winkelinſtrumenten, die Aufnahme mit letzteren durch jenen, beide durch das Croquiren, vortheilhaft unterſtützt und beſchleunigt werden. Jede Methode hat ihre Vortheile, ihre Mängel; nur eine geſchickte Verbindung zweier oder mehrerer derſelben laſſen am ſchnellſten und ſicherſten das vorgeſteckte Ziel einer ſchnellen und guten Arbeit erreichen. Daher muß der Detailaufnehmer ihre Licht- und Schattenſeiten kennen und ſich in der Praxis bei der Auswahl der anzuwendenden lediglich von den obwaltenden Umſtänden leiten laſſen.

### A. Mit dem Meßtiſche.

a. Durch Vorwärtsviſiren u. Meſſen der einzeln. Theile der gebrochen. Wegelinie.

§. 376. — a. Durch Vorwärtsviſiren, Orientiren des Meßtiſches durch Rückſicht und Meſſen der einzelnen Theile der gebrochenen Wegelinie. Man ſtellt den Meßtiſch auf einen entweder ſchon beſtimmten, oder durch Rückwärtseinſchneiden, Seitwärtsabſchneiden oder irgend ein anderes Verfahren leicht zu ermittelnden Punkt, C, Fig. 208, im Vereinigungspunkt mehrerer Straßen (Wege), oder in einem Biegungspunkt derſelben, mitten auf der Wegebahn, horizontal auf, beſtimmt den Standort, oder ſteckt in einen bereits auf der Tablette gefundenen Punkt, c, welcher die Lage des terreſtriſchen, in dem man ſteht, bezeichnet, eine Stationsnadel und orientirt den Tiſch nach irgend einem be-

kannten Punkt. Während dies geschieht, läßt man durch einen seiner Gehilfen in den nächsten Straßenbiegungspunkten, A, B und D, Meßfahnen senkrecht so errichten, daß sie nicht nur vom Meßtische aus in der Mittellinie der Wegebahn gesehen werden, sondern daß man auch von ihnen aus auf gleiche Weise die Straße bis zum zweiten Biegungspunkt, E, hinabsehen kann. Stehen die Meßfahnen, so legt man das Diopterlineal an die in c steckende Stationsnadel, visirt nach den Fahnen in A, B und D, und zieht die Visirlinien; läßt sodann, wenn man nach D zu weiter arbeiten will, die in A u. B stehenden Fahnen einholen, mißt die Entfernungen CA und CB, entweder mit der Meßkette, mit Maßstäben oder durch Abschreiten, trägt sie nach dem verjüngten Maßstabe von c aus auf die correspondirenden Visirlinien, c a und c b, und umzieht die dadurch gefundenen und durch feine Zirkelstiche markirten Punkte, a und b, mit feinen Bleistiftskreisen. Hierauf nimmt man den Meßtisch fort, errichtet in dem vertikal unter c gelegenen Punkte, C, eine Meßfahne, mißt die Entfernung CD und trägt diese nach dem verjüngten Maßstabe auf den, an der Stelle der Meßfahne in D errichteten, Meßtisch von c nach d′, wodurch in der Visirlinie c d die Lage des Standortes D bestimmt wird. Jetzt steckt man in den auf der Tablette gefundenen Punkt, d′, eine Stationsnadel, bringt denselben vertikal über das von der Meßfahne im Boden zurückgelassene Loch, richtet den Meßtisch horizontal und orientirt ihn nach der in C errichteten Meßfahne durch Rücksicht (§. 185.). Während dessen hat einer der Gehilfen eine Meßfahne im nächsten Biegungspunkt, E, auf gleiche Weise senkrecht errichtet, wie früher in D. Sobald sie steht, visirt der Detailaufnehmer von d′ aus nach derselben, zieht die Visirlinie d′e, läßt darauf den Meßtisch wegnehmen und nach E bringen, die Fahne aus C einholen und in D errichten, mißt selbst die Entfernung DE, trägt sie nach dem verjüngten Maßstabe auf die correspondirende Visirlinie von d′ nach e′, stellt wiederum den Meßtisch horizontal über E auf, bringt den gefundenen Punkt, e′, vertikal über das von der Meßfahne zurückgelassene Loch, orientirt die Tablette nach der in D stehenden Meßfahne, visirt von e′ nach F, wiederholt das vorige Verfahren und setzt in gleicher Weise die Arbeit in F und in allen ferneren Biegungspunkten fort.

Beurtheilung des beschriebenen Verfahrens.

§. 377. Daß die Aufnahme eines Weges oder irgend einer anderen gebrochenen geraden Linie nach dieser Methode nur sehr langsam von Statten gehen könne, leuchtet ein. Das Aufstellen des Meßtisches in jedem Biegungspunkt, das Errichten neuer, das Wiederholen der gebrauchten Meßfahnen, hält sehr auf, man müßte denn (außer den Meßketten-Führern) drei Gehilfen haben, von denen der eine den Meßtisch fortschafft, der andere die gebrauchten Meßfahnen einholt, und in den durch einen Markirpfahl bezeichneten verlassenen Standort errichtet, und der dritte, sobald die Visirlinie nach der im nächsten Biegungspunkt stehenden Fahne gezogen ist, diese aushebt, den Ort, in dem sie gestanden hat, durch einen Markirpfahl bezeichnet, und darauf die Fahne in dem nächsten Biegungspunkt wieder senkrecht errichtet. In der Regel hat man, wenn man auf Abschreiten der Entfernungen angewiesen ist, aber nur über zwei Gehilfen zu disponiren. Sie müssen daher stets auf den Beinen, und sehr rasch und thätig sein, wenn die Arbeit nur einigermaßen schaffen soll. Dabei wird das Bild der aufgenommenen Linie nicht genau, wenn man im Orientiren nicht sehr sorgfältig zu Werke geht, weil der kleinste Fehler des Meßtisches, besonders in der Aufstellung desselben und beim Einrichten des gefundenen Punktes in die Vertikallinie des Markirpfahls oder des Loches, worin die Fahne steckt, in Errichtung der Meßfahnen ꝛc., sich mehr und mehr vergrößert, je öfter man den Meßtisch aufstellen muß und je weiter man sich von dem Standorte entfernt, in dem der Fehler begangen wurde. Daher ist es gerathen, sich dieses Verfahrens nur dort zu bedienen, wo man nicht frei um sich herum sehen kann, wie z. B. in einem tiefen Thale, im Walde, zwischen Gebäuden ꝛc., und wenn man entweder gar keine oder nur eine schlechte unzuverlässige Orientirbousole hat. Um die Orientirung des Meßtisches durch Rücksicht sicherer zu machen, müssen die beim Anlegen des Diopterlineals sich leicht biegenden Stationsnadeln möglichst fern von einander, also nicht in die gefundenen Punkte, sondern in die über diese hinausgehenden Verlängerungen der Visirlinien, gesteckt werden. Erst, wenn die Richtung der neuen Wegelinie festgelegt werden soll, steckt man die Nadel in den gefundenen Punkt.

b. Durch Vorwärts- und Rückwärtsvisiren und mit Hilfe d. Orientirbousole.

§. 378. — b. Durch Vorwärts- und Rückwärtsvisiren, Orientiren des Meßtisches mit Hilfe der Orientirbousole und Messen der einzelnen Theile der gebrochenen Wegelinie. Man stellt den Meßtisch wie-

wieder auf einen bereits bestimmten oder leicht zu bestimmenden Punkt, in einer Straßenbiegung, oder im Vereinigungspunkt mehrerer Wege, steckt in den Punkt der Tablette, welcher die Lage des Standortes bezeichnet, eine Stationsnadel, bringt ihn vertikal über den terrestrischen, und orientirt den Tisch so scharf als möglich. Hierauf visirt man von jenem Punkt, c, Fig. 209, nach den während dessen in den nächsten Biegungspunkten, A, B und D, der Wege von einem Gehilfen senkrecht errichteten Meßfahnen, und zieht die Visirlinien c a, c b und c d auf der Tablette; mißt sodann, wenn man nach D zu weiter arbeiten will, die Entfernungen CA und CB entweder mit der Meßkette, den Maßstäben oder mit Schritten, läßt die in A und B stehenden Meßfahnen einholen, und trägt die ermittelten Längen von c aus nach dem verjüngten Maßstabe auf die correspondirenden Visirlinien, c a und c b. Nachdem man sich überzeugt hat, daß der Meßtisch vollkommen richtig orientirt ist, läßt man die Magnetnadel in der Orientirbouſſole frei spielen, bemerkt sich den Grad, den sie am Gradringe anzeigt, und schreibt denselben in die Croquir- oder Schreibtafel. Jetzt wird die Nadel wieder arretirt, und der Meßtisch von einem Gehilfen weiter getragen. Der Aufnehmer mißt nun die Entfernung bis zu der im Biegungspunkt, D, der Straße stehenden Meßfahne, notirt dieselbe, mißt sofort, ohne sich zu stationiren, auch die Entfernung bis zum zweiten Biegungspunkt, E, und notirt dieselbe gleichfalls. — In E angekommen, stellt er in der Mitte der Wegebahn den Meßtisch so auf, daß man von demselben aus sowohl die in D stehende Meßfahne als auch in der Mitte der nächsten Wegelinie hinunter bis zu der, im dritten Biegungspunkt, F, durch einen Gehilfen senkrecht errichteten, Meßfahne sehen kann. Ist der Meßtisch mit Hilfe der Libelle vollkommen horizontal gestellt, so trägt der Aufnehmer nach dem verjüngten Maßstabe die Entfernung der im ersten Biegungspunkt, D, stehenden Meßfahne vom ersten Stationsorte, C, auf die Visirlinie c d, und orientirt den Meßtisch sehr sorgfältig nach der Orientirbouſſole (§. 190.); steckt sodann eine Stationsnadel in den für den Biegungspunkt, D, auf der Tablette gefundenen Punkt, d', legt das Diopterlineal daran, visirt nach der in jener Biegung stehenden Meßfahne und zieht die Visirlinie rückwärts. Auf diese Linie trägt er jetzt von d' aus nach dem verjüngten Maßstabe die Entfernung von der Meßfahne, D, bis zum gegenwärtigen Stationsort, E, und erhält dadurch

auf der Tablette die verhältnißmäßige Lage des letzteren durch den Punkt e bezeichnet. — In diesen Punkt steckt der Aufnehmer eine Stationsnadel, visirt nach der Meßfahne im dritten Biegungspunkt, F, des Weges, zieht die Visirlinie e f auf der Tablette, läßt die Fahne aus D einholen, mißt die Entfernung bis zur Fahne F, und sogleich auch bis zum vierten Biegungspunkt der Straße, G, stellt hier den Meßtisch abermals auf, orientirt ihn nach der Orientirbouſſole, und setzt auf die oben beschriebene Weise das Verfahren fort.

Sind die aufzunehmenden Straßen gebaut, und ihre Wendungen scharf, so kann man die Meßfahnen ganz entbehren, wenn man den Meßtisch stets in die Mitte der Wegebahn stellt, und in deren Mittellinie hinunter visirt. Kommen dabei auch geringe Seitenabweichungen vor, so sind sie doch kaum größer denkbar als 2 Schritt, und eine so geringe Differenz ist in dem Maßstabe, in welchem gewöhnlich militairische Aufnahmen ausgeführt werden, gar nicht auftragbar. Auf die parallele Stellung oder Orientirung des Meßtisches können sie keinen Einfluß haben, weil diese lediglich durch die Bouſſole bewirkt wird, und daher allein von dem richtigen Einspielen oder der Thätigkeit der Magnetnadel abhängig ist.

Beurtheil. des Verfahrens.

§. 379. Auch dies Verfahren wird in der Regel nur in einer bedeckten oder waldigen Gegend zur Aufnahme vielfach gebrochener Wege in Dörfern und engen Thälern, der Straßen in Städten ꝛc., überhaupt dort angewendet, wo man keine freie Umsicht hat, und gewährt vor dem ersteren den großen Vorzug, daß es fast nur halb so viel Zeit erfordert, weil man sich nur halb so oft stationiren darf. Ist man mit einer guten Orientirbouſſole mit Gradeintheilung ausgerüstet, sind die einzelnen Wege- oder geraden Linien von Biegung zu Biegung nur kurz, im verjüngten Maßstabe nicht länger als die halbe Magnetnadel, so ist es auch selbst genauer als das vorige Verfahren, bei dem es, wie wir gesehen haben, mit großer Schwierigkeit verknüpft ist, den Meßtisch genau zu orientiren, und den auf ihm gefundenen Punkt des Stationsortes vertikal über den terrestrischen zu bringen. Entstehen auch hin und wieder kleine Fehler, so gleichen sie sich in der Regel im Laufe der Arbeit aus, weil wohl angenommen werden darf, daß die Magnetnadel, wenn sie irritirt wird, eben so oft und so weit gegen Osten als gegen Westen abweicht. Der großen Bequemlichkeit wegen, welche diese Methode darbietet, wird sie in der Regel

zur Aufnahme von Waldwegen, wie überhaupt sehr häufig angewendet.

§. 380. — c. Durch Rückwärtseinschneiden und Vorwärtsvisiren. Der Meßtisch wird in irgend einem Straßenknoten oder im Biegungspunkt eines Weges, von dem aus man wenigstens 3 bereits bestimmte Punkte sehen kann, horizontal aufgestellt. Ist auf der Tablette durch Rückwärtseinschneiden die Lage des Standortes, z. B. C, Fig. 210, im Punkt c gefunden, so steckt man eine Stationsnadel in den letzteren, legt das Diopterlineal daran, orientirt den Tisch, visirt sodann nach den nächsten Straßenbiegungen, A, B und D, und zieht die Visirlinien c a, c b und c d. Hierauf begiebt man sich nach dem zweiten Biegungspunkt, E, des Weges, stellt daselbst den Meßtisch auf, orientirt ihn vorläufig nach der Orientirboussole und schneidet sich nach eben jenen oder nach anderen bereits festgelegten Punkten rückwärts ein; steckt die Stationsnadel in den gefundenen Punkt, e, legt das Diopterlineal daran, orientirt die Tablette, visirt nach dem ersten Biegungspunkt, D, und zieht die Visirlinie e d vorwärts, so wird der Durchschnittspunkt, d, dieser mit der vorhin gezogenen Visirlinie, c d, den ersten Biegungspunkt des Weges bezeichnen. Hierauf dreht man das Diopterlineal um die Stationsnadel, visirt nach dem dritten Biegungspunkt, F, zieht die Visirlinie e f, begiebt sich mit dem Meßtische nach dem vierten, G, schneidet sich dort abermals rückwärts ein, und wiederholt das beschriebene Verfahren. — Die Biegungspunkte der Straße in A und B werden entweder, wie es oben (§. 376. und 378.) angegeben ist, oder später, wenn man zur Aufnahme jener Wegelinien übergeht, durch Vorwärtsabschneiden eben so bestimmt, wie die Punkte D und F. c. Durch Rückwärtseinschn. u. Vorwärtsvisiren.

§. 381. Von den drei genannten Methoden gewährt die letztere die größte Genauigkeit. Jeder Straßenbiegungspunkt wird scharf bestimmt, die Aufstellung in ihm kann zur Festlegung anderer entfernter Gegenstände mit dem größten Vortheil benutzt werden, man ist durch ihre Anwendung des lästigen Schrittzählens oder überhaupt der directen Längenmessung überhoben und kann die dazu erforderliche Zeit, und den Gang von einem Stationsort zum andern, zu anderen Zwecken benutzen. Allein sie ist nur in einer freien hoch gelegenen oder von bekannten hohen Richtobjecten eingeschlossenen Gegend, in der es nirgends an einer hinreichenden Anzahl von bereits bestimmten Punkten zum Rückwärtseinschneiden fehlt, anwendbar, Beurtheil. des Verfahrens.

und raubt viel Zeit, wenn die einzelnen Straßenlinien, von Biegung zu Biegung, nur kurz sind, man sich mithin oft stationiren muß, und wenn die sichtbaren festen Punkte keine günstige Lage zur schnellen Bestimmung des gesuchten Punktes haben. Sind dagegen die einzelnen Straßenlinien sehr lang, wie häufig bei Chaussee'n und anderen gebauten Straßen, so gewährt diese Methode den entschiedensten Vortheil; denn jede der genau festgelegten Straßenlinien kann als Standlinie betrachtet werden, aus deren Endpunkten oder aus deren Alignement sich weiter operiren läßt. Sind die einzelnen Brüche der Straße nur kurz, so gewährt es allerdings mehr Genauigkeit, wenn man in den Biegungspunkten, welche durch Vorwärtsabschneiden gefunden werden sollen, Meßfahnen errichten läßt; sind sie aber lang, so können die letzteren füglich entbehrt werden, und es genügt vollkommen, wenn man sich in der Mitte der Wegebahn aufstellt, und in deren Mittellinie nach den nächsten Biegungspunkten vorwärts visirt. Trifft die Visirlinie auch nicht genau den Punkt, welcher anvisirt werden sollte, schlägt sie auch einen oder höchstens 2 Schritt rechts oder links bei demselben vorbei, so wird dadurch die Lage der langen Linie in ihrem Endpunkte im Maßstabsverhältniß von $\frac{1}{25000}$ noch nicht um eine halbe feine Bleistiftslinie verrückt. Ein so kleiner Fehler kann im Verfolg der Vermessung gar nicht bemerkt werden. Die Aufstellung in der Mitte der Wegebahn aber gewährt den großen Vortheil, daß man die festgelegten Alignements, wenn man ihrer später bedarf, stets wiederfinden kann. Wird durch eine solche Aufstellung, und wenn man die aus ihr auf der Tablette gezogene Visirlinie gleich als Straßen- oder Wegelinie stehen läßt, freilich auch in der Zeichnung der Weg um seine halbe Breite mehr rechts oder links geschoben, so entsteht doch daraus kein Nachtheil für die Richtigkeit der Arbeit, denn ein so geringer Fehler von einigen Schritten in der Lage einer Linie ist vollkommen unwesentlich und kann, wenn die Richtung der Linie nur parallel mit der terrestrischen ist, keinen nachtheiligen Einfluß auf die Zuverlässigkeit der Arbeit ausüben. Will Jemand auch einen solchen Fehler sich nicht gestatten, so bleibt es ihm überlassen, rechts und links neben der Visirlinie in den verhältnißmäßigen Abständen die Linien zu ziehen, welche die Ränder der Straße bezeichnen sollen.

§. 382. — d. Durch Seitwärtsabschneiden, Orientiren des Meßtisches durch Rücksicht, und Vorwärtsvisiren. Ist der Punkt A, Fig. 211, von dem aus man die Aufnahme eines Weges (einer Straße) oder einer anderen gebrochenen geraden Linie beginnen will, durch irgend eine der bekannten Verfahrungsarten auf der Tablette, z. B. in a, bestimmt, so steckt man in den letzteren Punkt eine Stationsnadel, legt das Diopterlineal daran, orientirt den Tisch genau nach irgend einem gegebenen Punkt, visirt nach der unter dessen im nächsten Biegungspunkt, B, senkrecht errichteten Meßfahne und zieht die Visirlinie, a b, auf der Planchette. Hierauf bezeichnet man auf dem Boden den lothrecht unter a liegenden Punkt A, nimmt den Meßtisch fort, errichtet in A eine Meßfahne, begiebt sich mit dem Meßtisch nach dem nächsten Biegungspunkt, B, der aufzunehmenden Linie, und stellt ihn gerade über den, den Ort, in dem die Meßfahne steckte, bezeichnenden Markirpfahl. Die Fahne ist gleichzeitig von einem Gehilfen nach dem zweiten Biegungspunkt, C, getragen und dort in der Mitte der Wegebahn wieder so errichtet, daß man von ihr aus in der Mittellinie der nächsten Brechungslinie hinab sehen kann. Im Biegungspunkt B orientirt man den Meßtisch nach der im vorigen Standort, A, stehenden Meßfahne durch Rücksicht, und achtet dabei besonders darauf, daß die auf dem Tisch gezogene Visirlinie, a b, und die wahrscheinliche Stelle des zu suchenden Punktes vertikal über dem Markirpfahl zu liegen kommen. Steht der Meßtisch richtig, so wird in einen seitwärts gelegenen bereits bestimmten Punkt, g, eine Stationsnadel gesteckt, nach dem dazu gehörigen terrestrischen, G, visirt, die Visirlinie g b′ rückwärts gezogen und durch den Durchschnittspunkt, b′, derselben mit der Visirlinie, a b, die Lage des gegenwärtigen Standortes, B, auf der Tablette durch Seitwärtsabschneiden bestimmt. Jetzt steckt man in den gefundenen Punkt, b′, die Stationsnadel, visirt nach der in der nächsten Biegung, C, stehenden Meßfahne, zieht die Visirlinie b′c, und begiebt sich mit dem Meßtisch nach C, während die aus A eingeholte Meßfahne an der Stelle des Markirpfahls in B senkrecht errichtet, die aus C mit einem Markirpfahl vertauscht, nach der nächsten Biegung, D, getragen und dort wieder, wie vorhin in C, in den Boden gesteckt wird. In dem Punkt C angekommen, wird der Meßtisch, gerade wieder wie in B, aufgestellt, und orientirt, der gesuchte Punkt durch Seitwärtsabschneiden nach irgend einem bereits bestimmten Punkte

d. Durch Seitwärtsabschn. u. Vorwärtsvisiren.

gefunden, von ihm aus eine Visirlinie nach der Meßfahne in D gezogen, und das Verfahren in gleicher Weise im Fortgange der Arbeit wiederholt.

Beurtheil. des Verfahrens.

§. 383. Geschieht die Orientirung durch Rücksicht, deren Schwierigkeit wir bereits kennen gelernt haben, genau, liegen die Punkte, nach denen man sich seitwärts abschneidet, günstig, d. h. treffen die von ihnen rückwärts gezogenen Visirlinien die Wegelinien unter nahe rechten Winkeln, so gewährt dies Verfahren gleiche Genauigkeit mit dem zuletzt erwähnten, mit welchem es den Vortheil gemein hat, daß keine directe Längenmessung nöthig ist, und daß der Gang von einem Standort zum andern für andere Zwecke benutzt werden kann. Liegen dagegen die zum Seitwärtsabschneiden bestimmten Punkte nicht günstig, und wird der Meßtisch nur flüchtig orientirt, so ist es selbst noch ungenauer als die beiden ersten Methoden. Vor der dritten hat es den entschiedenen Vorzug, daß zur Bestimmung des gesuchten Punktes nur ein gegebener oder bereits festgelegter Punkt erforderlich ist, und daß es namentlich bei kurzen Brechungslinien, ungeachtet man sich öfter aufstellen muß, bedeutend schneller von Statten geht, vorausgesetzt, daß geübte Gehilfen die neuen Meßfahnen zweckmäßig aufstellen, und die gebrauchten rasch einholen.

e. Mit Hilfe einer Standlinie und Vorwärtsabschn.

§. 384. — e. Mit Hilfe einer Standlinie und Vorwärtsabschneiden. Fehlt es zur Seite einer aufzunehmenden Straßen-, Wege- oder anderen gebrochenen geraden Linie nicht an festen Punkten, so können diese zur Aufnahme jener mit großem Vortheil benutzt werden. Der Meßtisch wird nämlich in einem dieser Punkte, z. B. in A, Fig. 212, horizontal und orientirt aufgestellt; das Diopterlineal an den gleichnamigen Punkt, a, der Tablette gelegt, und in der Richtung auf jeden der Biegungspunkte, C, D, E, F, G und H, eine Visirlinie gezogen. Nicht scharf markirte Eckpunkte der gebrochenen Linie, die vom Standorte aus nicht deutlich zu sehen sind, müssen vorher mit Meßfahnen oder anderen Merkzeichen markirt werden. Hierauf begiebt man sich mit dem Meßtisch nach einem zweiten festen Punkt, B, richtet ihn hier horizontal und vertikal ein, visirt vom gleichnamigen Punkt, b, der Tablette aus gleichfalls nach allen jenen Biegungspunkten, und erhält durch die Durchschnittspunkte, c, d, e, f, g und h, dieser Linien mit den früher gezogenen, die Biegungspunkte der aufzunehmenden Linie verhältnißmäßig auf der

Tablette bestimmt, und darf sie mit einander nur durch gerade Linien verbinden, um seinen Zweck erreicht zu sehen.

Hat man keine bereits bestimmten Punkte nahe zur Seite der aufzunehmenden gebrochenen Linie, werden aber hinreichend genug entferntere Punkte gesehen, um sich danach durch Rückwärtseinschneiden stationiren zu können, so stellt man den Meßtisch auf einen zu jener Linie günstig gelegenen Ort, z. B. auf A, Fig. 212, bestimmt denselben, orientirt den Meßtisch und verfährt übrigens wie vorher im Punkte A. Dann nimmt man irgend ein Alignement in einer schicklichen Lage zur gebrochenen Linie CH an, legt es auf der Tablette durch eine Visirlinie, ab, fest, geht im Alignement genügend weit, bis B, fort, stellt hier den Meßtisch auf, orientirt ihn durch Rücksicht nach der in A errichteten Meßfahne, schneidet sich in B nach irgend einem festen Punkt, z. B. K, seitwärts ab, steckt in den gefundenen Punkt, b, der Tablette eine Stationsnadel und verfährt wieder wie vorher.

§. 385. Dies Verfahren ist eigentlich kein anderes als das Vorwärtsabschneiden, von dem wir bereits oben bei Gelegenheit der Triangulation gesprochen und zugleich die Richtigkeit seines Resultates nachgewiesen haben (§. 319.). Es führt unter allen, bei der Aufnahme von gebrochenen geraden Linien einzuschlagenden, Wegen am schnellsten zum Ziele, kann aber leider nur auf einem freien Terrain, und auch auf diesem nur selten, angewendet werden, weil man theils nicht häufig dazu geeignete Standpunkte finden, theils durch manche andere Nebenrücksichten, in Betreff der Aufnahme des übrigen Terrains, daran verhindert wird. Kann man sich aber dieser zeitersparenden Methode irgend wo, wenn auch nur zur Aufnahme eines Theils eines Weges oder einer anderen gebrochenen geraden Linie, wie z. B. einer Wald- oder Dorfgrenze, der Umfassungsmauer einer Stadt ꝛc., bedienen, so lasse man die günstige Gelegenheit nicht unbenutzt vorübergehen. Beurtheilung derselben.

§. 386. — f. Durch Abciſſen und Ordinaten. Dies Verfahren findet bei geradlinig gebrochenen Wegen nur sehr selten und unter ganz besonderen Umständen seine Anwendung, da in der Regel alle übrigen Mittel viel schneller zum Zweck führen. Bei Wiesen- und Waldgrenzen, die oft aus sehr kurz gebrochenen geraden Linien bestehen, wird es dagegen öfter gebraucht. Wir übergehen es hier, weil wir später (§. 403.) von ihm ausführlich werden sprechen müssen. f. Durch Abciſſen und Ordinaten.

Abkürzungen der beschrieb. Methoden.

§. 387. Hat die aufzunehmende Linie oder der Weg sehr viel Brüche, so kann man oft durch eine geschickte Auswahl der Punkte, in welchen Meßfahnen errichtet und der Meßtisch aufgestellt werden soll, das Geschäft sehr abkürzen oder doch wenigstens erleichtern, wenn das Terrain neben jener Linie freien Spielraum gestattet. Müßte z. B. durch die Methode des Vorwärtsvisirens und Seitwärtsabschneidens (§. 382.) die gebrochene Linie a b c d e f g h i k l m n o, Fig. 213, aufgenommen werden, so würde es vollkommen ausreichend sein, wenn man sich in a, p, q, f, h, i, l und n stationirte. Denn schreitet man die Entfernungen b p und p c ab, und trägt sie nach dem verjüngten Maßstabe von dem durch Seitwärtsabschneiden gefundenen Punkt, p, auf die Visirlinien p a und p d, nach b und c, so ergiebt sich die Lage der Linie b c beiläufig. Eben so läßt sich die Lage der Punkte d und e bestimmen, wenn die Längen q d und e f gemessen würden; die Lage des Punktes g, wenn man von f und h nach g visirt, durch den Durchschnittspunkt beider Visirlinien. Auf gleiche Weise werden die Punkte k und m, ersterer durch den Durchschnittspunkt der von i und l, letzterer durch den der von l und n aus gezogenen Visirlinien, endlich die Lage von o durch die auf die Visirlinie n o aufgetragene abgeschrittene Entfernung n o bestimmt. Man erspart durch diese Anordnung mindestens 6 Aufstellungen des Meßtisches, nämlich in c, e, g, k, m und o.

Auch könnte man, wenn von h aus der Meßtisch mit Hilfe der Magnetnadel orientirt werden müßte (§. 378.), in i eine Meßfahne errichten lassen, die Entfernungen h i und i l abschreiten, sich in l stationiren, die Lage der Linie l k durch eine Visirlinie, ihre Länge durch unmittelbare Messung und durch einfache Verbindung der hierdurch gefundenen Punkte, i und k, beiläufig die Länge und Lage der Linie i k bestimmen. — Oder hätte man sich in k durch Rückwärtseinschneiden stationirt, müßte man aber von dort aus mit Hilfe der Orientirbouſſole weiter arbeiten, so könnte man, wenn in l eine Meßfahne errichtet und der Tisch zunächst in n aufgestellt wird, die Lage des Punktes m durch Abschreiten der Linien l m und m n, und durch Construction des △ l m n über der gleichfalls abgeschrittenen und auf die rückwärts gezogene Visirlinie getragenen Linie, l n, bestimmen, u. s. w. — Kennt der Detailaufnehmer die genannten Verfahrungsarten, klebt er nicht an einer derselben, gebraucht er frei sein Urtheilsvermögen, und benutzt er

die sich ihm darbietenden günstigen Verhältnisse zu eigenen Erfindungen, so wird er manchen unnützen Gang und viele Zeit ersparen.

§. 388. Bei der Aufnahme eines Weges oder einer anderen gebrochenen geraden Linie wird zugleich die Richtung aller abgehenden und einfallenden Seitenwege mit dem Instrumente bestimmt, und wenn es bei vielen Wegen und im coupirten Terrain für nöthig erachtet werden sollte, bei jedem derselben eine Nummer geschrieben, diese in das Namenbuch getragen, und dabei bemerkt, wohin die Wege führen. Es versteht sich von selbst, daß durch die Zeichnung angedeutet werden muß, ob es gewöhnliche Wege, Landstraßen, Chaussee'n, Dämme, Hohlwege ꝛc. sind. Eben so werden alle anderen Gegenstände, welche den Weg (jene Linie) durchschneiden, wie Flüsse, Bäche, Canäle, Gräben, Wasserfurchen, Waldgrenzen ꝛc., oder über welche er hinwegführt, wie hölzerne, steinerne oder halb massive Brücken, Wiesen, Brücher, Dämme ꝛc., sogleich nach ihrer Beschaffenheit und Breite eingezeichnet, und die Richtung bemerkt, welche sie verfolgen, in so weit dies vom Standorte aus möglich ist. Was mit der Aufnahme v. Wegen od. gebroch. geraden Linien verbunden werden muß.

B. Mit den geometrischen Winkelmeßinstrumenten.

§. 389. Das Aufnehmen von Wegen oder gebrochenen geraden Linien mit Hilfe derjenigen Instrumente, welche den gemessenen Winkel in Graden angeben, kann eben so wie mit dem Meßtische auf verschiedene Arten ausgeführt werden: Verschiedene Verfahrungsarten u. Beurtheil. derselb.

a. Durch Messung der Biegungs- oder Brechungswinkel.
b. Durch Hilfe einer Standlinie und Bestimmung der Winkel, welche diese mit den Vistrstrahlen beschreibt, die von ihren Enden nach den Biegungs- oder Eckpunkten des Weges gehen.
c. Durch Rückwärtseinschneiden und Vorwärtsvistren.

Die auf dem kürzesten Wege zum Ziele führenden beiden ersten Verfahrungsarten werden in der Regel, das letztere dagegen nur ausnahmsweise angewendet; denn, wie wir gesehen, ist die Bestimmung des gesuchten Punktes durch Rückwärtseinschneiden mittelst dieser Instrumente (die Bousole ausgenommen) mancher Schwierigkeit unterworfen, wenn man sich dazu nicht der Hilfe des Oelpapiers oder dreifüßigen Zirkels, sondern allein der geometrischen Construction bedienen will.

Ueber die Ausführung dieser Methoden haben wir nach der detaillirten Darstellung der Wege-Aufnahme mit dem Meß-

tisch kaum etwas zu erwähnen, da sie derselben ganz analog geschieht. Die Winkel werden in derselben Ordnung wie dort gemessen, mit Hilfe des Transporteurs auf dem Papier construirt, oder sind sie mit dem Reflector oder katoptrischen Zirkel bestimmt, unmittelbar mit diesen aufgetragen, und endlich die Längen der Linien entweder direct gemessen, und nach dem verjüngten Maßstabe aufgetragen, oder durch die Schnitte der Visirlinien bestimmt. Trigonometrische Berechnungen dürften, der großen Zeit wegen, die sie erfordern, kaum vorkommen, wenn nicht etwa das im §. 222. angegebene Verfahren hin und wieder anwendbar gefunden werden sollte.

Beim Antragen der Winkel und Linien mit Hilfe des Transporteurs sind aber erhebliche Fehler kaum zu vermeiden, weil die Winkel mit diesem Instrumente in der Regel nur bis zu einer Genauigkeit von einem halben Grade construirt werden können, und weil es, wegen der Stärke der gezogenen Linien und der Dicke des Transporteurs, überhaupt schwierig ist, die kurze Alhidadenkante des letzteren genau in die Richtung des bereits festgelegten Schenkels zu bringen. Entsteht beim Antragen des ersten Schenkels nur ein unerheblicher Fehler, so pflanzt sich dieser nicht nur durch die ganze Aufnahme des Weges fort, sondern vergrößert sich auch mit der wachsenden Entfernung von dem Punkte, in dem er entstand. Nächstdem wird er häufig noch durch den Hinzutritt neuer Fehler viel bedeutender, wenn diese sich nicht zufällig dadurch die Wage halten, daß sie einander, durch Abweichungen nach entgegengesetzten Seiten, aufheben. Tritt ein so günstiger Fall nicht ein, so erhält das Ende oder der letzte Theil der aufzunehmenden gebrochenen Linie nicht selten eine gänzlich falsche Lage. — Ein Beispiel möge dies klar machen. Gesetzt, der Winkel a b c, Fig. 213, wäre um ein sehr Geringes zu klein aufgetragen und dadurch der Endpunkt, c, der 50 Schritt langen Linie b c nur um einen Schritt zu weit südlich gerückt, ein Fehler, der in dem kleinen Maßstabe unserer militairischen Vermessung weder wahrzunehmen noch zu vermeiden ist, so würde dennoch, wenn auch bei Construction des Winkels b c d kein Fehler begangen wäre, der Punkt d am Ende der 600 Schritt langen Linie c d um mindestens 13 Schritt zu weit gegen Südwest zu liegen kommen; und wenn beim Antragen des letzteren Winkels gleichfalls ein Fehler, nur von der geringen Größe des vorigen und in eben der Weise, daß er sich bei 50* Entfernung durch einen Schritt Seitenabweichung kund giebt, vorgefallen wäre,

der sich fortpflanzende Fehler durch den Hinzutritt des neuen um 12 Schritt vergrößert worden sein, mithin der ganze Fehler schon 25* betragen. Wie groß müßte ein Fehler bei gleicher Fortpflanzung und Vergrößerung am Ende einer eine Viertelmeile langen, vielfach gebrochenen Linie werden! — Fiele dagegen der in c hinzukommende neue Fehler auf die andere Seite der Linie c d, d. h. wäre ∠ b c d, statt ein wenig zu klein, um eben so wenig zu groß angetragen, so würde ein Fehler den andern aufheben, und der Punkt d die richtige Lage erhalten. Hieraus folgert sich sehr einfach, daß, da so kleine Fehler in dem Maßstabe der gewöhnlichen Vermessungen niemals vermieden werden können, ein vollkommen richtiges Resultat mehr Glückssache und niemals mit Bestimmtheit zu erwarten ist, es höchst nöthig wird, sich durch die Triangulation möglichst viel feste Punkte zu verschaffen, um durch sie Fehler dieser Art rectificiren zu können. (Vergleiche §. 397.)

Der katoptr. Zirkel u. Reflector eignen sich wenig zur Aufnahme v. gebr. Linien; die Boussolen bieten große Vortheile dar.

§. 390. So wenig sich der katoptrische Zirkel und der Reflector zur Aufnahme von Wegen und gebrochenen geraden Linien eignen, weil mit beiden so stumpfe Winkel, wie sie in der Regel die einzelnen Theile jener Linien bilden, ohne Theilung (§. 218.) nicht gemessen werden können, so große Vortheile gewährt die gemeine, wie die Patentboussole. Wir dürfen diese Vortheile um so weniger unerörtert lassen, weil die Patentboussole ein zu flüchtigen militairischen Vermessungen ganz brauchbares Instrument ist, und zur Bestimmung kurzer Linien, die im verjüngten Maßstabe die halbe Magnetnadellänge nicht überschreiten, eine hinlängliche Genauigkeit gewährt.

Mit der Boussole werden nicht die Winkel gemessen, welche die einzelnen Theile der gebrochenen Linie mit einander machen, sondern die Declinationswinkel der letzteren, wodurch deren Lage zur magnetischen Nordlinie bestimmt und nach dieser auf die Zeichnung getragen wird. Die entstandenen Auftragungsfehler können sich daher nicht mit der zunehmenden Länge der gebrochenen Linie vergrößern, sondern nur in ihrer ursprünglichen Größe übertragen werden. Wäre also wie vorhin beim Antragen der Linie b c, Fig. 213, in Bestimmung des Punktes c ein Fehler von einem Schritt entstanden, so würde derselbe, wenn kein neuer Fehler hinzukommt, auch in d, e, f ꝛc. immer nur einen Schritt betragen; ein Vortheil, der außerordentlich wesentlich ist.

Bei Aufnahme eines Weges verfährt man, wie folgt. Man mißt von einem Punkte aus, der bereits in der Zeich-

nung, z. B. in a, Fig. 214, festgelegt ist, und von dem aus man seine Arbeit beginnen will, den Declinationswinkel der ersten Wegelinie, a b, schreitet sodann ihre Länge und die der nächsten, b c, ab, mißt, in c angekommen, die Declinationswinkel der Linien b c und c d, darauf die Länge von c d und d e, in e die Declinationswinkel der Linien d e und e f, fährt ähnlich bis zur Beendigung der vorgenommenen Vermessung fort, und schreibt die erhaltenen Declinationswinkel und Längen in eine flüchtig entworfene Brouillonzeichnung, wie es beispielsweise in Fig. 214 geschehen ist, sehr sorgsam und deutlich ein, weil, wenn die gebrochene Linie keine geschlossene Figur bildet, oder an keinem schon früher festgelegten Punkte endet, ein sich eingeschlichener Fehler oder ein begangener Irrthum nicht leicht entdeckt werden kann. Nach Vollendung der Messung werden die Angaben der Brouillonzeichnung in die Reinzeichnung der Aufnahme nach dem verjüngten Maßstabe und entweder mit Hilfe des Transporteurs oder der Bousole selbst eingetragen, indem man zuerst an den Punkt a', Fig. 214, den Declinationswinkel der Linie a b, z. B. = 45°, trägt, a'b' = a b = 120* macht; dann an b' den Declinationswinkel x = y = 95° construirt, b'c' = b c = 150* macht; an c' den Declinationswinkel 142° aus dem Brouillon anträgt, c'd' = c d = 205* macht; an d den Declinationswinkel v = w = 121° anträgt, d'e' = d e macht, und auf ähnliche Weise bis zur Beendigung der Arbeit fortfährt.

Dadurch, daß man sich mit der Bousole nicht in allen Biegungspunkten, und daher nur halb so oft aufstellen darf, als dies mit dem Astrolabium, Reflector und katoptrischen Zirkel geschehen müßte, gewährt die Bousole einen zweiten sehr erheblichen Vortheil, durch welchen viel Zeit gewonnen wird.

### C. Durch Croquiren oder Aufnehmen nach dem Augenmaße.

Zu unterscheidende Fälle.

§. 391. Bei der Aufnahme von Wegen nach dem Augenmaße, sind folgende Fälle zu unterscheiden:

a) ob sie im Laufe einer größeren Vermessung
   α, mit Hilfe einer Croquirplanchette,
   β, in der bloßen Schreibtafel, oder
b) ob sie unabhängig von einer größeren Vermessung, als selbstständige Arbeit

bewirkt werden soll; weil die Arbeit nach ihrem Zwecke und

den Mitteln, die uns bei ihrer Ausführung zu Gebote stehen, sich wesentlich modificirt.

### a. Das Croquiren von Wegen im Laufe einer größern Vermessung.

Beurtheil. der Wege nach ihrer Wichtigk., und ob sie croquirt oder mit Instrum. vermess. werden müssen.

§. 392. Schon mehrmals haben wir erwähnt, daß militairische Vermessungen in der möglichst kürzesten Zeit ausgeführt werden sollen. Wollte man alle Wege, auch die unbedeutendsten, mit dem Meßtische oder mit anderen Instrumenten aufnehmen, so würde jener Zweck nicht erreicht werden können, viel Zeit unnütz verschwendet, und aus einer solchen peinlichen Genauigkeit nicht einmal ein wesentlicher Vortheil für den Werth der Arbeit erwachsen, denn ob auf dem Plane ein über ebnes Feld führender Weg zwanzig Schritt mehr rechts oder links, ob die Wendungen desselben ein wenig schärfer oder stumpfer gezeichnet sind, ꝛc., ist vollkommen gleichgiltig, da Truppen eben so gut neben als auf dem Wege fortkommen können. Anders verhält sich aber die Sache, wenn der Weg über ein Gebirgs- oder durchschnittenes Terrain führt, und die Truppen nur allein auf ihm sich bewegen können, oder wenn an die Aufnahme desselben die Bestimmung von wichtigen Terraingegenständen geknüpft werden soll. Dann muß seine Aufnahme genau und mit Meßinstrumenten sorgsam ausgeführt werden. Die bei der Wegeaufnahme entstandenen Fehler würden im ersteren Falle vielleicht zu unangenehmen Verwickelungen die Veranlassung geben, im letzteren gewiß sich fortpflanzen, vergrößern, und zu fehlerhaften Bestimmungen in der Lage und Form anderer Terraingegenstände beitragen.

Bevor also die Aufnahme eines Weges beginnt, muß man sich fragen: welche Wichtigkeit hat dieselbe für den Verfolg der Arbeit, und welche Wichtigkeit der Weg in militairischer Beziehung? — In letzterer kann man die Wege in vier Classen theilen:

1) in Straßen, welche Städte oder größere Orte mit einander verbinden, und zum Theil Communicationen für große Landstrecken herstellen. Sie sind den Hauptadern eines animalischen Körpers zu vergleichen, die Leiter des Handels und Wandels, und der kriegerischen Operationen. Nach ihrer mehr oder minderen Wichtigkeit sind sie entweder gebaute (Kunst-) Straßen, oder gewöhnliche (Natur-) Straßen;
2) in Land- oder Dorfwege, welche meist Naturwege,

höchstens gerade gelegt oder an schlechten Stellen verbessert sind. Sie verbinden entweder nur Dörfer und kleine bewohnte Orte mit einander, oder diese mit Städten. Sie haben auf ebenem, freiem und festem Terrain fast gar keine militairische Wichtigkeit, erlangen sie indessen in waldreichen, durchschnittenen und Gebirgsgegenden. Sie sind mithin nur bedingt von Interesse;

3) in Feld-, Holzwege und Viehtriften, die von den Dörfern und Gehöften, oder von anderen Wegen aus, auf die Aecker und Wiesen, und in die Wälder führen, und sich entweder allmälig verlaufen oder plötzlich enden. Sie geben häufig Gelegenheit, sich zu verirren, haben selten, und gewöhnlich nur dann, militairische Wichtigkeit, wenn sie im Kriege dazu dienen können, sich Communicationen zu eröffnen. Endlich

4) in unfahrbare, Reit- oder Fußwege. Nicht alle Reit- oder Fußwege sind in militairischer Beziehung unfahrbare Wege; führen sie über eine freie Gegend und festen Boden, und haben sie nur eine geringe Breite erhalten, um dem Landbau so wenig als möglich tragbaren Boden zu entziehen, so sind sie für den Krieg ein fahrbarer Weg. In ebenen Gegenden haben sie für den Soldaten weiter kein Interesse als den der Nichtwege; in gebirgigen wie in coupirten Gegenden können sie aber für Streifparteien großen Werth gewinnen. Daher dürfen sie bei Vermessungen nicht unbeachtet bleiben.

Die Straßen werden bei einer genauen Vermessung in der Regel ganz mit Instrumenten aufgenommen, namentlich, wenn sie gerade gelegt, gebaut oder von großer Wichtigkeit sind, und als Standlinien zur Aufnahme anderer Terraingegenstände benutzt werden können; die Dorfwege, je nachdem sie gar kein, ein geringeres oder größeres militairisches Interesse haben, über eine freie, überall gangbare Gegend, oder durch ein durchschnittenes, waldreiches oder gebirgiges Terrain, durch Defilee'n ꝛc. führen, entweder croquirt oder mit Hilfe von Instrumenten vermessen; häufig geht man bei ihrer Aufnahme von einer Vermessungsart zur andern über, je nachdem es die besonderen Verhältnisse bedingen; die Feld- und Holzwege und Viehtriften werden fast immer croquirt, ausnahmsweise jedoch auch mit Instrumenten aufgenommen, z. B. die ersteren, wenn sie Hohlwege werden, über Brücken und durch Defilee'n führen; die letzteren, wenn sie über Dämme durch Waldsümpfe

gehen, oder in Wildbahnen (Schläge, Gestelle) auslaufen. Die unfahrbaren Wege oder Pfade haben gleiches Schicksal mit den letzteren.

Im Laufe einer größeren Vermessung geht man indessen selten zum Croquiren eines Weges über, bevor man nicht wenigstens seinen Anfangspunkt, d. h. den Punkt, wo er einen bereits aufgenommenen Weg (eine Straße) oder einen bewohnten Ort verläßt, festgelegt hat. Meistentheils bestimmt man aber auch schon vorher, oder unmittelbar nach Vollendung des Croquis vor Einzeichnung desselben in die Aufnahme, seinen Endpunkt, oder den Ort, wo er sich mit einem anderen Wege wieder vereinigt.

§. 393. — *a*. Soll ein Weg oder irgend eine gebrochene gerade Linie mit Hilfe der Croquirplanchette aufgenommen werden, so hält man das Instrument in der linken Hand, die Bousole dem Körper zugekehrt, möglichst horizontal, setzt die Magnetnadel in Freiheit, und orientirt mit ihr die Planchette.*) Ist letztere in die richtige Lage gebracht, so hält man sie, so gut es gehen will, unbeweglich, bestimmt auf dem Papier einen beliebigen Punkt, von dem man bei der Zeichnung der aufzunehmenden Linie ausgehen will, stellt den Bleistift senkrecht mit der Spitze darauf, bringt das rechte Auge, während man das linke schließt, dergestalt hinter denselben, daß er die Wegebahn deckt, und schiebt ihn so von sich fort, daß er nicht aus der Vertikalebene kommt, die man sich durch den Augenpunkt und die Mittellinie des Weges gelegt denkt, so wird die Bleistiftspitze die Richtung des Weges zur magnetischen Nordlinie auf dem Papier bezeichnen. Hierauf arretirt man die Magnetnadel, schreitet, die Schritte zählend, bis zum nächsten Biegungspunkt fort, und trägt, hier angekommen, die ermittelte Länge nach dem Schrittmaßstabe auf die gezogene Visirlinie. Darauf setzt man die Magnetnadel in Thätigkeit, orientirt die Croquirtafel, hält sie möglichst unbeweglich, stellt den Bleistift senkrecht und mit der Spitze auf den gefundenen Punkt, verfährt in allem Uebrigen, wie es vorhin angegeben ist, und setzt in gleicher Weise die Arbeit fort.

*a*. Mit Hilfe der Croquirplanchette.

§. 394. Ein auf diese Weise mit Sorgsamkeit ausgeführtes Croquis läßt kaum etwas zu wünschen übrig. Die auf der

Beurtheil. des Verfahrens.

*) Es ist dabei nicht nöthig, daß die Magnetnadel auf 0° einspielt, wenn sie nur auf allen späteren Stationen die Stellung wiedergewinnt, die sie auf der ersten hatte.

Planchette erhaltenen Winkel differiren nur um Gradtheile, selten um einen ganzen Grad, mit den genau gemeſſenen, und eben ſo ſelten wird ſich — wenn die Länge der gebrochenen Linie nicht eine Viertelmeile überſchreitet — eine ſehr in die Augen fallende Längen- und Seitenabweichung ergeben. Die größte Schwierigkeit liegt darin, das Inſtrument genau zu orientiren und in der richtigen Lage während des Viſirens feſtzuhalten. Freilich, wer dies nicht möglich machen kann, keine ruhige ſichere Hand hat, wird größere Fehler begehen, allein doch ſtets ein um Vieles treueres Bild der aufzunehmenden gebrochenen Linie erhalten, als wenn er das Inſtrument entbehren und ſich bloß auf ſeine Schätzung der Winkel verlaſſen müßte. — Einen zweiten großen Vortheil gewährt es dadurch, daß man ſogleich ein ähnliches und in ſeinen Verhältniſſen richtiges Bild jener Linie auf dem Papier erhält, welches man, wenn ſich nach der Beſtimmung des Endpunktes derſelben auf dem Meßtiſche keine erhebliche Differenz ergiebt, ohne Weiteres und ohne Transporteur vermittelſt des einfachen Durchpauſens (§. 450.) oder Durchſtechens (§. 451.) auf den Meßtiſch übertragen kann.

β. Croquiren mit der bloßen Schreibtafel.

§. 395. — β. Iſt man nicht im Beſitz einer Croquirtafel und daher genöthigt, in die Schreibtafel zu croquiren, ſo legt man in der Regel die Richtung des nach dem Augenmaße aufzunehmenden Weges bis zum nächſten Biegungspunkt durch eine Viſirlinie auf dem Meßtiſche feſt, zeichnet ſich flüchtig ein Bild, a, Fig. 215, des Terrainpunktes, von dem man ausgehen will, in die Schreibtafel, und deutet in ihr zugleich die Richtung des Weges bis zum erſten Biegungspunkt durch eine Bleiſtiftslinie, a b, an. Hierauf geht man, die Schritte zählend, bis zum nächſten Brechungspunkt, ſchreibt die Zahl der Schritte etwas ſeitwärts der Linie a b in die Schreibtafel, und verbindet ſie durch eine punktirte Linie mit dem Punkt b, den man nach dem Augenmaße als Biegungspunkt im Croquis annimmt. Jetzt wird der Winkel der Wegebiegung geſchätzt, an den Punkt b des Croquis nach dem Augenmaße getragen, ſeine Größe mit Zahlen hineingeſchrieben, und, wenn die Richtung des nächſten Wegetheils im Alignement auf einen feſten Punkt liegt, oder nur eine geringe Seitenabweichung von einem ſolchen hat, dies auf die Weiſe im Croquis bemerkt, wie es in Fig. 215 geſchehen iſt. Demnächſt ſchreitet man bis zum nächſten Biegungspunkt, die Schritte zählend, fort. Hier angekommen, wird an den, nach dem Augenmaße im Croquis angenommenen Brechungspunkt, c, oder beſſer in einiger Entfernung

nung davon, am Ende einer von ihm ausgehenden punktirten Linie, die Schrittlänge des zweiten Bruchs, b c, mit Bleistift geschrieben, der Winkel, den die neue mit der alten Wegelinie macht, geschätzt, in die Schreibtafel gezeichnet, seine Quadratur hineingeschrieben, das Alignement für die neue Wegelinie, c d, ermittelt, gleichfalls bemerkt, und die Länge des Weges bis zur nächsten Brechung abgeschritten. In der letzteren angekommen, verfährt man ganz so, wie in den früheren Brechungspunkten, und setzt auf gleiche Weise die Arbeit bis dorthin fort, wo man sie beenden will.

Lassen sich in einem bedeckten, aber an bereits festgelegten Punkten armen, Terrain die Alignements der einzelnen Wegelinien nicht näher bestimmen, so muß desto größere Sorgfalt auf die Schätzung der Winkel verwendet werden. Sehr häufig sind auch nicht alle Brechungslinien vollkommen gerade, sondern einige derselben mehr oder weniger gekrümmt. Dann geht man neben denselben, wie es in Fig. 215 durch die punktirte Linie e d angedeutet ist, vom einen Hauptbrechungspunkt bis zum andern in gerader Richtung fort, bemerkt bei der in das Schreibtafel entworfenen Zeichnung die Seitenabweichung, g h, welche der Weg von der abgeschrittenen geraden Linie macht, die Winkel, welche diese mit der vorigen und der nächsten Brechungslinie beschreibt, und die festen Punkte, die etwa in der Verlängerung derselben liegen, oder durch welche sich deren Richtung näher bestimmen läßt. Kann man in einem dichten Walde, oder in einem bewohnten Orte, keine Alignements von größerer Länge neben der gekrümmten Wegelinie verfolgen, so geht man auf der Wegebahn selbst, wie es in Fig. 210 durch eine punktirte Linie angedeutet worden ist, in kürzeren geraden Linien, a b, b c, c d, die u. s. f. fort, schätzt die Winkel, welche dieselben mit einander machen, möglichst genau, und zeichnet mit ihrer Hilfe den gekrümmten Weg nach dem Augenmaße. (Vergleiche §. 402.) Dasselbe geschieht, wenn der Weg keine scharfe Wendungen oder Winkel macht, sondern sich dort, wo er eine neue Richtung annimmt, nur allmälig biegt. Erreicht man endlich den Punkt, bis zu welchem man den Weg croquiren wollte, so stellt man in denselben den Meßtisch horizontal auf, bestimmt seine Lage auf der Tablette, wenn er nicht schon festgelegt sein sollte, durch Rückwärtseinschneiden oder irgend ein anderes Verfahren, legt den letzten Theil oder Schlag, f e, Fig. 215, des croquirten Weges seiner Richtung nach fest, bestimmt nach der in der

Schreibtafel notirten Schrittzahl dessen Länge und trägt nun sogleich mit Hilfe des Schrittmaßstabes, des Transporteurs und der bemerkten Alignements auf feste Punkte den croquirten Weg nach dem in der Schreibtafel enthaltenen Bilde auf die Tablette. Das Auftragen des Croquis bis nach der Rückkehr vom Felde aufzusparen, ist niemals rathsam, weil man dann in Irrthümer verfallen, das erhaltene Bild mit dem terrestrischen an Ort und Stelle nicht vergleichen, und etwa irgendwo entstandene grobe Fehler nicht sofort rectificiren kann. Diese Zeichnung ist indessen nur eine vorläufige, und wird daher in möglichst zarten Bleistiftslinien ausgeführt. Kommt man beim Auftragen des croquirten Weges richtig in dem für das Ende desselben auf dem Meßtisch bezeichneten Punkte an, so ist das Croquis richtig, und die Zeichnung wird in kräftigen, nicht leicht verlöschbaren, Linien ausgeführt. Meistentheils ergeben sich aber größere oder geringere Differenzen, und diese müssen sogleich berichtigt werden (§. 397.).

Beurtheil. des Verfahrens.

§. 396. Es leuchtet ein, daß ein auf diese Weise ausgeführtes Croquis keineswegs die Genauigkeit eines mit Hilfe der Croquirtafel angefertigten haben kann, und wie wichtig es daher für den Detailaufnehmer ist, sich in den Besitz eines solchen Instrumentes zu setzen. Freilich werden sich in dem Croquis desjenigen, der sich ein gutes Augenmaß und eine große Gewandtheit in Arbeiten dieser Art erworben hat, um Vieles geringere Differenzen ergeben, als in dem eines Anfängers, aber sie werden doch meistentheils noch so bedeutend sein, daß sie nicht gänzlich unbeachtet bleiben können. Je unebener das Terrain ist, je weniger bereits bestimmte Nichtobjecte man um sich herum erblicken und bei der Arbeit benutzen kann, je mehr Brüche die aufzunehmende Linie hat und je länger sie ist, desto ungenauer werden auch die Croquis, und desto schwieriger sich ihre Fehler bei Uebertragung auf die Tablette fortschaffen lassen. Noch mehr würden sich diese Fehler vermehren, wenn man die Croquis gleich nach dem verjüngten Maßstabe anfertigen, die gemessenen Winkel nach dem Augenmaße oder Transporteur antragen und weder die Länge der einzelnen Linien noch die Größe der Winkel mit Zahlen hineinschreiben wollte, denn die Abschreitungs-, Schätzungs- und Auftragungsfehler müßten sich bei der Messung der dargestellten Linien und Winkel zum Behufe der Uebertragung auf die Tablette durch Hinzutritt neuer Messungsfehler unbedingt vergrößern.

§. 327. Ergiebt sich bei Uebertragung des Croquis in die Zeichnung der Aufnahme eine Differenz, die nicht unberichtigt bleiben darf, so kann dieselbe entweder

Berichtigung d. Messungs- oder Croquirfehler.

1) in einer Längenabweichung,
2) in einer Seitenabweichung, oder
3) in einer Längen- und Seitenabweichung zugleich

ihren Grund haben. Nichts würde fehlerhafter sein, als wenn man, wie es träge und unzuverlässige Arbeiter wohl zu thun pflegen, den letzten Theil des Weges ohne Weiteres verlängern oder verkürzen, und an den in der Zeichnung bereits bestimmten Endpunkt des Weges heranbiegen wollte. Bei einem über ganz ebnes, festes und freies Terrain dahin führenden Feldweg würde dies allerdings weniger strafbar sein, als wenn die letzte Wegestrecke über einen Höhenrücken, eine nasse Wiese oder über ein Bruch führte, welche, da ihre Breitenabmessungen mit der Länge des über sie hinfortgehenden Weges harmoniren müssen, in der Zeichnung breiter oder schmäler werden würden, als sie wirklich sind; allein wer sich ein Mal eine solche Leichtfertigkeit gestattet, kommt in die Gefahr, sich auch öfter und auch dann dazu verleiten zu lassen, wenn wesentliche Fehler durch sie erzeugt werden können. Es ist freilich ein übles Ding, vielleicht in brennender Sonnenhitze, von vielem Gehen ermüdet, oder wenn man erhitzt ist, im scharfen Zugwinde lange auf einer Stelle zu stehen, um einem Fehler nachzuspüren oder ihn zu rectificiren, allein es kann nichts helfen, wenn man gewissenhaft arbeiten will. Schlechte Pläne sind in ihren Folgen oft übler als gar keine. Wer sich gegen die Unannehmlichkeiten, begangene Fehler auszugleichen, verwahren will, übe sich, ehe er an einer Vermessung arbeitet, im Schätzen von Winkeln und im Croquiren, und gewöhne sich gleich anfangs an Genauigkeit.

Was nun die Berichtigung der Fehler anbetrifft, so muß ein Fehler der Längenabweichung verhältnißmäßig auf die einzelnen Wegetheile, d. h. nach Maßgabe ihrer Länge, vertheilt, und ein Fehler der Seitenabweichung dadurch rectificirt werden, daß man sämmtliche Winkel, welche auf der Seite des Weges liegen, nach welcher die Abweichung Statt findet, um etwas vergrößert, und die auf der entgegengesetzten Seite etwas vermindert *), wenn nicht begründete Ursache vor-

*) Dies Verfahren läßt sich zwar nicht als mathematisch richtig, allein als practisch brauchbar darthun. Der entstandene Fehler wird

handen ist, zu glauben, daß der Fehler durch ein unrichtiges Abschreiten einer Linie oder durch mangelhafte Schätzung eines Winkels entstanden ist. Im letzteren Falle wird entweder nur die fehlerhaft abgeschrittene Linie oder der ungenau geschätzte Winkel berichtigt, und alles Uebrige nach seiner im Croquis angegebenen Lage und Größe eingetragen, oder es wird beiden der größte Theil und den übrigen Linien und Winkeln nur der Rest des Fehlers nach Maßgabe ihrer Länge und Größe zugetheilt. Ist der Fehler sehr bedeutend, so muß der Weg noch einmal nach dem Augenmaße aufgenommen und das alte Croquis desselben verworfen werden.

Ein Beispiel möge die beschriebene Berichtigung der Croquirfehler noch deutlicher machen. Gesetzt, man hätte beim Croquiren eines Weges am Abend eines heißen Tages, wo man zu großen Schritten inclinirt, die Länge seiner 5 Brechungslinien zu 150, 545, 320, 446 und 484 Schritt, seine ganze Länge zu 1945 und beim Uebertragen auf den Meßtisch aus der vorläufigen Zeichnung, b c d e f, Fig. 217, erkannt, daß er im Croquis um 55* zu kurz angegeben ist, und daß mithin seine wahre Länge 2000* beträgt, so würde sich hieraus ergeben, daß die Schritte während des Abschreitens zu groß und bei jedem Hundert fast 3 Schritte zu wenig gemacht sind. Demnach muß, wenn der Fehler gleichmäßig vertheilt werden soll, die erste Brechungslinie um etwa 5, die zweite um etwa 17, die dritte um etwa 9, die vierte um etwa 14 und die letzte um etwa 15 Schritt verlängert werden. Die ganze Verlängerung würde hiernach allerdings um 5 Schritt zu groß sein, allein da der Weg nicht direct auf den Endpunkt zugeht, sondern in verschiedenen Wendungen, wodurch die directe Annäherung sich vermindert, so wird sie noch immer nicht ausreichen und das Fehlende durch die Vergrößerung der Brechungswinkel oder dadurch erlangt werden müssen, daß man dem Wege eine etwas gerühere Richtung giebt. Der ursprünglich nach dem Croquis aufgezeichnete Weg, a b c d e f, Fig. 217, der auch eine Seitenabweichung hat, würde, wenn auch letztere

auf alle Winkel vertheilt, ist mithin überall nur sehr gering, kaum oder gar nicht wahrnehmbar, und der letzte Theil der gebrochenen Linie schließt sich ohne große Verzerrung und Richtungsveränderung dem gefundenen richtigen End- oder Schlußpunkte derselben an.

auf die oben angegebene Weise berichtigt ist, die Wege von a b' c' d' e' f' erhalten. *)

Wären die Schritte zu klein gemacht, und reichte daher der Weg in der vorläufigen Zeichnung über den auf der Tablette festgelegten Endpunkt desselben hinaus; so müßte jede Linie, wie in unserm Beispiel verlängert, um eben so viel verkürzt, und die Größe der Winkel um etwas verkleinert werden. Ist man endlich überzeugt, daß man die Entfernungen richtig abgeschritten hat, weil man im Abschreiten sich eine große Fertigkeit erworben, so berichtigt man den beim Croquiren entstandenen Fehler lediglich durch Vergrößerung oder Verminderung der geschätzten Winkel, bei deren Beurtheilung Fehler weniger zu vermeiden sind. —

Vertheilt man auf diese Weise die beim Croquiren entstandenen Fehler, so können diese, weil sie nirgends bemerkbar hervortreten, keinen nachtheiligen Einfluß auf den Werth der Arbeit ausüben, und für den practischen Gebrauch von Plänen als nicht vorhanden betrachtet werden.

Stützpunkte beim Croquiren.

§. 398. Ist der zu croquirende Weg (die nach dem Augenmaße aufzunehmende gerade Linie) sehr lang, so muß man bemüht sein, sich an ihm Stützpunkte zu verschaffen, vermittelst deren man sein Bild beim Uebertragen in die Zeichnung wieder in die richtige Lage, falls es dieselbe verloren haben sollte, bringen oder sich überzeugen kann, daß die gefundene die richtige ist. Solche Stützpunkte erwirbt man sich, wenn man

1) **bevor man zum Croquiren übergeht**, die Lage einzelner am Wege (der gebrochenen geraden Linie) stehender Bäume, Gebäude, Wegweiser, Warnungstafeln, Kreuze, Capellen ꝛc. durch Vorwärtsabschneiden bestimmt,
2) **während des Croquirens** sich an einzelnen durch Wegweiser, Warnungstafeln ꝛc. markirten Wegepunkten aufstellt, und den Standort durch Rückwärts- oder, wenn man ihn schon früher anvisiren konnte, durch Seitwärtsabschneiden festlegt, oder
3) wenn man **Querwege croquirt**, und durch deren

*) Es versteht sich von selbst, daß mit der Wegelinie auch alle diejenigen Terraingegenstände und Linien, welche im Croquis entweder unmittelbar am Wege liegen oder nach dessen Richtung bestimmt sind, rücken müssen, oder vielmehr nicht eher auf die Tablette gezeichnet werden dürfen, bis die Wegelinie ihre richtige Lage erhalten hat.

Hülfe so genau als möglich den Durchschnittspunkt beider Wege zu bestimmen sucht. Stationirt man sich auf solchen Wegeknoten, so erlangt man den Vortheil, die Richtungen beider Wege bis zu den nächsten Biegungspunkten festlegen zu können.

Ein jeder auf diese Weise sicher bestimmte Punkt wird gerade so zur Berichtigung des Weges benutzt, wie wir es im vorstehenden §. angegeben haben.

Wo man vom Croquiren der Wege zur Vermess. derselben mit Instrum. übergehen muß.

§. 399. Nehmen die zu croquirenden Wege an irgend einem bestimmten Punkte einen militairisch wichtigen Character an, führen sie als Dämme durch Brücher, werden sie Hohlwege ꝛc., so müssen sie hier mit Instrumenten aufgenommen werden. Man stationirt sich dann, wenn das Terrain eine freie Umsicht gestattet, und wenn es an festen Punkten nicht fehlt, durch Rückwärtseinschneiden, zeichnet das bis hierher entworfene Croquis ein und beginnt darauf die Aufnahme des Weges mit Instrumenten. Mangelt es aber an Umsicht und sicher bestimmten Punkten, so kehrt man bis zu dem nächsten Ort, auf dem man sich stationiren kann, gleichviel ob derselbe am Wege liegt oder nicht, zurück, arbeitet sich von ihm aus an die Stelle hinan, wo man die Arbeit liegen ließ, bestimmt deren Lage auf der Tablette, zeichnet das Croquis ein, und setzt mit dem Instrumente die Arbeit fort. Ist die wichtige Terrainstelle auf diese Weise aufgenommen, so wird der Rest des Weges wieder croquirt.

### b. Das Croquiren von Wegen, unabhängig von einer größern Vermessung, als selbstständige Arbeit.

Croquis einer gewöhnlichen Straße od. eines Weges.

§. 400. Wird ein Officier beauftragt, zu irgend einem militairischen Zwecke, in einer Gegend, welche bereits vermessen, oder von der eine Specialcharte vorhanden ist, einen Weg zu croquiren, so kann er sich die Arbeit sehr erleichtern, wenn er sich aus jener Aufnahme oder Charte fest bestimmte und scharf markirte Punkte, z. B. Thürme, Windmühlen, einzelne Häuser, Ausgänge von Dörfern oder Städten, Brücken und Gewässer, über welche der Weg führt, u. s. w., im Maßstabe des anzufertigenden Croquis auf die Croquirtafel trägt. Ist die Charte nicht zuverlässig, so muß man jedoch sehr vorsichtig bei ihrer Benutzung sein, und von ihr nicht zu viel Punkte von geringerer Bedeutung abnehmen, weil die Lage solcher in der Regel am ungenauesten ist. Aber auch eine schlechte Charte leistet gute Dienste, wenn man sich durch sie über das Terrain,

durch welches der zu croquirende Weg führt, orientiren und eine klare Anschauung verschaffen kann. Die aufgetragenen Punkte werden als Stützpunkte beim Croquiren benutzt, welches ganz so ausgeführt wird, wie wir es oben angegeben haben.

Giebt es von der Gegend, in der ein Weg croquirt werden soll, aber keine Charte, kann der damit Beauftragte sich weder einer Patentbouſſole noch eines katoptrischen Zirkels oder Reflectors, wenigstens zur Messung der Hauptrichtungswinkel des Weges, bedienen, so bleibt ihm nichts anderes übrig, als die Lage der einzelnen Wegelinien zu einander lediglich mit Hilfe der Croquirplanchette und deren Orientirbouſſole und, wenn er auch dies Instrument entbehren muß, durch Schätzung nach dem Stande der Sonne zu bestimmen. Wie sich die Schätzung und das Auftragen von Winkeln nach dem Augenmaße erleichtern könne, erwähnten wir bereits (§. 374.). Was aber die Orientirung der Wegelinien nach der Sonne anbetrifft, so ist bekannt, daß Mittags 12 Uhr der Schatten gegen Norden, 6 Uhr Morgens gegen Westen und 6 Uhr Abends gegen Osten fällt, und daß die Sonne in einem Zeitraum von 6 Stunden einen Bogen von 90°, mithin in einer halben Stunde einen Bogen von 7½° durchläuft. Verfolgt man also einen Weg, der in der Richtung des Schattens liegt, Mittags 12 Uhr, so führt er gegen Norden, Nachmittags 3 Uhr, so liegt er gegen Nordost, oder seine Richtung macht mit der Nordlinie einen Winkel von 45°; oder um 4½ Uhr, so beschreibt er mit dem Meridian einen Winkel von 67½°, etc. Aehnlich kann man zu jeder Tageszeit nach dem Stande der Sonne und der Richtung des Schattens ungefähr den Winkel bestimmen, den der Weg mit der Nordlinie macht, vorausgesetzt, daß man eine richtig zeithaltende Uhr besitzt, die ohnehin ein Officier gar nicht entbehren kann. Da das Croquis bestimmt ist, ein nur allgemeines Bild des Weges und des unmittelbar ihm zur Seite gelegenen Terrains zu geben, so kann es bei Bestimmung der Wegerichtung nach dem Schatten natürlich nicht auf die Verschiedenheit der wahren Sonnenzeit von der mittlern Zeit, die unsere Uhren angeben, auf den etwa um einige Minuten differirenden Gang derselben, und auf einen dadurch erzeugten Fehler von ein paar Graden ankommen.

Zum Auftragen unmittelbar abgeschnittener, abgeritteter oder geschätzter Entfernungen bedient man sich mit großem

Vortheil hätte des Zirkels und Lineals mit verjüngtem Maßstabe eines dreiseitig-prismatischen Körpers von Eben- oder anderm Harten Holz, auf dessen Flächen bis zu den Kanten hinab die erforderlichen verjüngten Ruthen- oder Schrittmaßstäbe construirt sind, und welcher mithin wie ein gewöhnlicher Maßstab beim Auftragen von Längen durch unmittelbares Anlegen behandelt werden kann. Man hat dann ein Werkzeug (den Zirkel) weniger gegen das Verlieren zu bewahren, dem man im Drange des Geschäfts und beim vielleicht oft schnellen Reiten doch genug ausgesetzt ist. Auch gewährt das Quadriren des Zeichnenpapiers große Vortheile. Sind die einen Seiten der kleinen Rechtecke 300, die anderen 400 Schritt im verjüngten Maßstabe lang, so hat die Diagonale eine Länge von 500 Schritt; oder umschließen die Quadrate einen Flächenraum von 300* Seitenlänge, so haben sie Diagonalen von etwa 707 Schritt, und man kann auf solches Papier die meisten Entfernungen im Verhältniß zu den Seiten und Diagonalen der Rechtecke nach dem Augenmaße tragen, ohne bedeutende Fehler fürchten zu dürfen. — Nächstdem hat das quadrirte Papier den Vortheil, daß es ein schnelles Zusammentragen gleichmäßig orientirter Croquis sehr befördert, und daß der, für den diese Arbeiten bestimmt sind, die Entfernungen gleich übersehen kann, ohne sie erst mit dem Zirkel ausmessen zu dürfen.

Die Croquis von Wegen können, weil sie bei einer großen Längenausdehnung nur eine verhältnißmäßig sehr geringe Breite haben, auf schmale Papierstreifen, oder auf ein breites Blatt von unten nach oben, in verschiedenen Abtheilungen so neben einander gezeichnet werden, daß der Punkt des Weges, welcher in der Abtheilung links oben am Rande liegt, in der nächsten Abtheilung unten den Anfangspunkt der Fortsetzung des Weges ist, wie es in Fig. 218 angedeutet wurde.

Croquis eines Colonnenweges.

§. 401. In Croquis solcher Wege, die zu Kriegsmärschen bestimmt sind, daher Colonnenwege genannt werden, häufig ohne Rücksicht auf die sonst übliche Richtung der Wege, in der kürzesten Linie aufgesucht, auf freiem Felde durch mit Strohwischen versehenen Stangen (Jalons) in Abständen von 300 bis 600* ausgewischt (jalonirt), in Wäldern aber alle 50 bis 100* durch abgeschälte, angehauene Stämme oder an Sträucher und Bäume gebundene Strohbänder bezeichnet sind, wird das zur Seite gelegene Terrain, so gut es irgend angeht, in der Regel bis zu einer Entfernung von 800*, zuweilen aber auch bis zur Kanonenschußweite, verzeichnet. Die Punkte, an wel-

chen der Colonnenweg die gebahnten Wege oder Straßen verläßt und zu ihnen wieder zurückkehrt, die in den Colonnenweg einfallenden Fahr-, Fuß- und Reitwege; ferner die Flüsse, Bäche, Fließe, Canäle, Gräben ꝛc., die denselben durchschneiden, mit ihren Brücken und Fuhrten, die Wiesen und Bruchstrecken mit ihren Dämmen, die Hohlwege, die Berge, über, und die Thäler, Dörfer, Städte, durch welche der Weg geht, müssen eben so sorgsam, scharf bestimmt und ihrer Eigenthümlichkeit nach in der Zeichnung wiedergegeben werden, wie die Beschaffenheit der Wälder und Gebüsche und Alles, was zur Orientirung dienen, auf die Breite der Marschcolonne, auf deren Formation, auf die Sicherheit und Deckung der marschirenden Truppen Einfluß haben, oder was zu einem verborgenen oder offenen feindlichen Anfall Gelegenheit geben kann. An die in den Colonnenweg einfallenden Seitenwege wird geschrieben, wohin sie gehen, oder woher sie kommen. Ebenso müssen die Flüsse, Bäche, Wiesen, Brücher, Orte, Berge, Wälder und alle anderen namhaften Gegenstände mit den ihnen zukommenden Namen auf dem Croquis beschrieben werden. Dies ist zur Orientirung durchaus nöthwendig. Die Lage der seitwärts liegenden Orte wird durch Schätzung oder mit dem katoptrischen Zirkel und Reflector auf die im §. 222. angegebene Weise bestimmt, und, wenn sie auf dem Croquis keinen Platz finden können, an den Punkten, wo der zu ihnen führende Weg den Colonnenweg verläßt, bemerkt, wie weit sie von dort entfernt sind.

Daß aus der Zeichnung zu ersehen sein müsse, ob der Colonnenweg ein gebahnter oder ungebahnter ist, ob er im ersteren Falle auf einer Erd- oder Steinchaussee, auf einem Stein-, Knüppel- oder Erddamm, oder auf einem gewöhnlichen Landwege fortführe, und ob die Truppen im Wege bleiben müssen oder sich rechts und links ausbreiten können, versteht sich von selbst. Die jalonirten Abkürzungen des Weges werden durch punktirte Linien angegeben, und Dörfer und Städte, wenn es irgend angeht, umgangen, weil in ihnen durch unvorhergesehene Zufälle leicht Stockungen in den durch sie hindurch marschirenden Truppen entstehen können.

Das zur Seite liegende Terrain wird gleichzeitig mit dem Wege nach dem Augenmaße gezeichnet, der Weg dabei stets als Standlinie betrachtet und auf Grund der Länge seiner einzelnen Linien die Entfernung der übrigen Terraingegenstände bestimmt. Da, wo es zur Vervollständigung des Ganzen nöthig ist, muß das Terrain vielleicht noch in größerer Breite einge-

zeichnet werden, als es oben angegeben ist. Dagegen darf das Croquis an einer andern Stelle vielleicht eine viel geringere Breite erhalten. Ueberhaupt darf sich der Aufnehmer nicht peinlich an eine bestimmte Regel binden; sein Urtheil muß ihn leiten. Von Zeit zu Zeit wird die Arbeit mit einem prüfenden Blick gemustert, und beurtheilt, ob sie auch allen Anforderungen entspreche. Diese Pause in der Arbeit dient zugleich, um das Nöthige im Manual zu notiren. Hat man Uebung im Croquiren sich erworben und sein Gedächtniß im Festhalten der Terraineigenthümlichkeiten (§. 435.) geübt, so kann dies von Viertelmeile zu Viertelmeile geschehen; der Ungeübte muß es mindestens alle 1000* thun. Besser zu oft, als zu wenig; nur zu leicht übersieht man etwas, und das Gedächtniß ist launenhaft.

Da die Länge der einzelnen Wegelinien nicht genau gemessen, sondern nur abgeschritten, abgeritten oder nach der Uhr bestimmt werden kann, so thut man wohl, wenn man bei jedem Orte oder bei einem wichtigen Terrain Einschnitte bemerkt, wie viel Zeit man zur Zurücklegung der Wegestrecke bis zu ihm in einem mäßigen Schritte bedurfte. Davon muß natürlich die Zeit, welche man sich durch Stehen, Zeichnen ꝛc. aufhielt, abgezogen werden. In einer sehr bergigen Gegend gebraucht man oft zur Zurücklegung eines Weges in einer Richtung, z. B. wenn er auf lange Abhänge hinaufführt, mehr Zeit, als nach der entgegengesetzten, bei welcher man mehr bergab geht. Dies darf gleichfalls nicht unberücksichtigt bleiben.

Auf dem Rande des Croquis, oder in der neben letzterem geführten Wegebeschreibung (Itinerarium, Manual), wird bemerkt, wie die Breite und Beschaffenheit der Wege*) ist, ob sie über Sand, Lehm, Wiesen, Sumpfboden führen, ob sie bei

*) Da bei allen militairischen Vermessungen die Wege in der Zeichnung nur durch eine, die Straßen hingegen durch zwei Linien ausgedrückt werden, so kann man auch nur die Breite der letzteren aus den Plänen entnehmen, es sei denn, daß die Wege sich in Hohlwege, Dämme oder andere Defilee's verwandelten. Ob die Straßen gebaut oder nicht gebaut, Erd- oder Steinchaussee'n sind, wird bei militairischen Zeichnungen theils durch den Schattenstrich, theils durch die Farbe ausgedrückt, indem natürliche oder nicht gebaute links und oben, gebaute rechts und unten den Schattenstrich, Erdchausseen eine braune, Steinchausseen eine carminrothe Farbe und endlich Dämme einen schraffirten oder grauen Rand erhalten. Fuß- und Reitwege werden durch eine aus feinen länglichen Punkten hergestellte Linie, die mit Wegefarbe überzogen wird, angedeutet.

anhaltendem Regen oder zu allen Jahreszeiten passirt werden können; der Dämme, ob sie Stein-, Erd- oder Knüppeldämme, und in welcher Verfassung; der Brücken, ob sie von Holz, Stein oder halbmassiv (steinerne Pfeiler mit hölzerner Ueberbrückung), leicht oder fest gebaut sind; der Fuhrten, wie viel Wassertiefe sie haben, ob festen oder weichen Grund, und ob sie zu allen Jahreszeiten practikabel sind; der Flüsse, ob sie hohe oder flache, trockne oder nasse Ufer haben, u. s. w. Eben so wird bemerkt, ob die Wege, Dämme, Brücken, Fahrten, Flüsse ꝛc. von Infanterie, Cavallerie oder Artillerie ohne Aufenthalt passirt werden, oder welche Truppengattungen auf ihnen fortkommen können; ob einzelne Wegestellen oder Brücken ꝛc. einer Ausbesserung bedürfen, welches Material dazu erforderlich ist, ob es sich an Ort und Stelle vorfindet, oder aus der Ferne geholt werden muß, und wie viel Menschen zu dessen Herbeischaffung und zur Ausbesserung überhaupt erforderlich sein dürften, wenn letztere zu einer gewissen Zeit vollendet sein soll. Ferner muß die Wegebeschreibung darüber Aufschluß ertheilen, ob das zur Seite des Croquis liegende Terrain frei oder bedeckt, offen oder durchschnitten ist, dem Feind Gelegenheit zu Hinterhalten giebt, ob Wegegemeinschaften mit andern Parallelstraßen Statt finden oder leicht zu eröffnen sind, wie weit diese entfernt liegen, ꝛc. Endlich wird in Rücksicht der Terraineinschnitte, Thäler, Hohlwege und andern Defilee's, der Orte ꝛc., durch welche der Colonnenweg nothwendig führen muß, bemerkt, ob sie eine für die Entwickelung und Vertheidigung günstige oder ungünstige Lage und innere Beschaffenheit haben, insofern sich dies nicht schon aus der Zeichnung ergiebt, und ob sie sich leicht, nur mit großem Zeitaufwande, oder mit den vorhandenen Mitteln gar nicht, zur ernsten Vertheidigung einrichten lassen.

Bei dem Croquiren eines Colonnenweges ist also gar viel zu beachten; es kann daher nur von einem sehr gewandten Offizier und Aufnehmer ausgeführt werden, wenn die Arbeit Werth haben soll. Sehr zweckmäßig ist es, zwei Personen damit zu beauftragen, die sich in die Hand arbeiten. Die eine croquirt, die andere macht die Bemerkungen. Hauptregel ist für Beide, nichts Wichtiges zu vernachlässigen, alle unnützen Details zu vermeiden, und in der gegebenen Zeit die Arbeit zu vollenden. Ein überladenes Croquis erschwert dem, für dessen Gebrauch es bestimmt ist, nicht nur das Herausfinden des für den Augenblick Wichtigsten, sondern seine Anfertigung raubt

auch viel kostbare Zeit. Ebenso müssen die schriftlichen Bemerkungen kurz, bündig und übersichtlich, im gedrängten, mehr aphoristischen als verbundenen, Styl abgefaßt sein. Im Kriege hat man wenig Zeit zum Lesen.

### 2. Die Aufnahme von fließenden Gewässern oder überhaupt von krummen Linien, daher krummen Wegen, See- oder Küstenrändern, Wiesen-, Bruch-, Waldgrenzen ꝛc.

Verschiedene Wege, die man dabei einschlagen kann.

§. 402. Die Aufnahme von fließenden Gewässern oder überhaupt krummen Linien kann auf sehr verschiedene Weise geschehen, nämlich:

A. Mit dem Meßtische.

a) Durch Abciss- und Ordinaten.

b) Durch Vorwärtsvisiren, Orientiren des Meßtisches durch Rücksicht und Messen der einzelnen mehr oder minder geraden Theile der krummen Linie.

c) Durch Vorwärts- und Rückwärtsvisiren, Orientiren des Meßtisches nach der Orientirbousole und Messen der einzelnen Theile der krummen Linie.

d) Durch Rückwärtseinschneiden und Vorwärtsvisiren.

e) Durch Seitwärtsabschneiden, Orientiren des Meßtisches durch Rücksicht und Vorwärtsvisiren.

f) Mit Hülfe einer Standlinie und Vorwärtsabschneiden.

B. Mit den geometrischen Winkelmeßinstrumenten, ähnlich wie mit dem Meßtische.

C. Durch Croquiren oder nach dem Augenmaße.

Auch bei der Aufnahme von krummen Linien kann man fast nie von einer oder der andern der genannten Methoden einen ausschließlichen Gebrauch machen. In den meisten Fällen wird man gezwungen sein, von Anwendung der einen zu der der andern überzugehen, und namentlich bei Aufnahme von fließenden Gewässern, bei denen die Beschaffenheit der Ufer einen entschiedenen Einfluß auf die Art der Aufnahme ausübt.

#### A. Mit dem Meßtische.

a. Durch Abciss- und Ordinaten.

§. 403. — a. Durch Abciss- und Ordinaten. Diese Art von Aufnahme besteht im Wesentlichen darin, daß man längs der zu vermessenden krummen Linie, ABCDEFG, Fig. 219, ein Alignement, ao, die sogenannte Abcissenlinie, in einer solchen Lage zu jener festlegt, daß die senkrechten Abstände, bc, de, fg, hi ꝛc., der Hauptbiegungspunkte

der krummen Linie von der Abcissenlinie, oder die sogenannten Ordinaten möglichst kurz sind, und daß man die Länge der letzteren und ihrer Abstände von einander, die sogenannten Abcissen, a b, b d, d f, f h ꝛc., auf der Abcissenlinie mißt, beide Längen entweder gleich nach dem verjüngten Maßstabe auf den Meßtisch, oder nach dem Augenmaße auf ein Croquis (die Brouillonzeichnung) trägt und die Endpunkte der Ordinaten in der Zeichnung durch eine krumme Linie verbindet, welche sodann annähernd die Gestalt der zu vermessenden Linie giebt. Auch kann man die für die Abcissen und Ordinaten gefundenen Längen mit Zahlen in ein Manual oder Vermessungsjournal tragen, und danach später die Reinzeichnung anfertigen.

Ein vollkommen naturgetreues Bild einer krummen Linie würde man allerdings nur dann erst zu entwerfen vermögen, wenn man die Lage eines jeden Punktes derselben zur Abcissenlinie ermitteln könnte. Allein hierzu ist bei einer militairischen Vermessung keine Zeit vorhanden. Man muß sich daher mit einem in seinen Hauptzügen ähnlichen Bilde begnügen, und kann es auch füglich, da bei sorgsamer und umsichtiger Wahl der Punkte, von welchen aus die Ordinaten auf die Abcissenlinie gefällt werden, die Differenz zwischen dem in der Zeichnung erhaltenen und dem terrestrischen Bilde nur sehr gering und ganz unwesentlich sein kann. — Statt der senkrechten Ordinaten kann man sich auch hin und wieder, wo das Terrain es erheischt, schiefwinkliger bedienen, allein wo die ersteren Platz finden können, verdienen sie den Vorzug, weil sie kürzer sind und leichter construirt werden können als jene.

Wenn eine Ordinate, k C, einer langgedehnten Flußkrümmung, B C D, halber, sehr lang werden muß, und jene große Krümmung wieder viele untergeordnete Biegungen hat, so kann man die Ordinate in Bezug auf diesen Theil der krummen Linie als Abcissenlinie betrachten und von ihr nach beiden Seiten auf die untergeordneten Krümmungen wieder senkrechte Ordinaten errichten.

Macht ein Theil der aufzunehmenden Linie in mehreren Windungen einen sehr weiten Bogen, E F K, und würden die hier zu seiner Bestimmung erforderlichen Ordinaten sehr lang werden, so steckt man sich in jenem Bogen zwei gerade Linien, l m und m n, so ab, daß sie mit einem Theile, l n, der Abcissenlinie, a q, einen Dreiangel, l m n, bilden, und mißt die Abcissen und Ordinaten an diesen Linien auf gleiche Weise, wie an der Hauptabcissenlinie.

Ist man mit der Abmessung der Abcissen und Ordinaten bis zu dem Punkt der Abcissenlinie gekommen, wo sie entweder, wie in o, an die krumme Linie stößt, oder sich von dieser, wie in p, so weit entfernt, daß senkrechte Ordinaten eine unbequeme Lage erhalten, oder die krumme Linie gar nicht mehr erreichen würden, so knüpft man unmittelbar daran eine andere Abcissenlinie, o p oder p q, deren Lage zur krummen Linie eben so, wie bei der ersteren, bestimmt wird. Sollte z. B. der Rand eines See's, Fig. 220, auf diese Weise aufgenommen werden, so würden die aneinandergeknüpften Abcissenlinien, AB, BC, CD, DE, EF und FA, zuletzt ein Polygon um den See herum beschreiben.

Endlich, ist die aufzunehmende Linie sehr krumm und leicht zu überschreiten, oder ist sie ein Weg, der Rand einer trockenen Wiese ꝛc., so kann es für die Aufnahme sehr vortheilhaft sein, die Abcissenlinie, a b, Fig. 221, so zu legen, daß sie jene Linie in mehreren Punkten schneidet. Dadurch wird die Länge der Ordinaten sehr verkürzt, und mithin viel Zeit bei deren Ausmessung gewonnen. Wie viel länger würden z. B. die Ordinaten sein, wenn die Abcissenlinie die Lage von c d erhielte?

Wollte man sich mit dem Meßtische an jedem Punkt aufstellen, in dem von der Abcissenlinie eine Ordinate nach der gekrümmten Linie abgeht, und den Perpendikel in jenem Punkt mit dem Instrumente errichten, so würde dies die Arbeit ungemein aufhalten und sehr zeitraubend machen. Um letzteres zu vermeiden, stellt man den Meßtisch nur im Anfangspunkt, a, Fig. 219, der Abcissenlinie auf, bestimmt denselben durch Rückwärtseinschneiden ꝛc. auf der Tablette, und legt, wenn diese gehörig orientirt ist, die Richtung des Alignements, a o, durch eine Visirlinie fest. Hierauf mißt man die Länge der Abcissenlinie bis zum Punkte b, wo die erste Ordinate errichtet werden soll, bestimmt ihre Richtung, b c, wie später die aller kürzeren Ordinaten, nach dem Augenmaße, senkrecht auf a b, bezeichnet sich den Punkt b, vielleicht nur durch einen Strich mit dem Absatz auf dem weichen Boden, oder durch einen Markirpfahl, und mißt ihre Länge. Sodann kehrt man von c wieder nach b zurück, ermittelt die Länge der Abcisse b d und, wenn der Punkt d markirt ist, die Länge der Ordinate d e; kehrt nach d zurück, mißt die Länge der Abcisse d f und der Ordinate f g, der Abcisse f h und der Ordinate h i, ꝛc., schreibt die gefundenen Maße in einer bestimmten Reihenfolge

ſorgfältig in die Schreibtafel, oder entwirft von dem Gemeſſenen auf die Weiſe, wie beim Croquiren der Wege, eine freie Hand- oder Brouillonzeichnung, in welcher die Maße der Abciſſen und Ordinaten deutlich bemerkt werden.

Wären wir in unſerm Beiſpiele mit der Ausmeſſung der Abciſſen und Ordinaten bis zum Punkte k gelangt, von dem, der lang geſtreckten vielfach gekrümmten Biegung, BCD, wegen, eine längere und wichtigere Ordinate ausgehen müßte, ſo würden wir uns hier mit dem Meßtiſche ſtationiren, ihn vielleicht durch Rückſicht nach a orientiren, auf der Tablette den Punkt k und durch eine Viſirlinie die Richtung der Ordinate kC beſtimmen, dieſe als Abciſſenlinie für die von ihr zu den einzelnen Krümmungen der Linie, BCD, abgehenden untergeordneten Ordinaten betrachten, und zu deren Ausmeſſung übergehen.

Sind ſämmtliche Abciſſen und Ordinaten bis zum Punkte l gemeſſen, ſo ſtellt man hier vielleicht wieder den Meßtiſch auf, um den Punkt l und die Richtung der Abciſſenlinie, lm, feſtzulegen. Während man ſodann die Abciſſen und Ordinaten der neuen Abciſſenlinie ermittelt, und hieran ſogleich die Ausmeſſung der Abciſſen und Ordinaten der Abciſſenlinie mn knüpft, läßt man den Meßtiſch nach n bringen. Hier angekommen, wird das Inſtrument aufgeſtellt, vielleicht durch Rückſicht nach a orientirt, in den für m, durch Abtragung der gemeſſenen Länge lm auf die von l aus gezogene Viſirlinie, auf der Tablette gefundenen Punkt eine Stationsnadel geſteckt, das Diopterlineal daran gelegt, nach der etwa in m errichteten Meßfahne viſirt, die Viſirlinie rückwärts gezogen und durch deren Durchſchnittspunkt mit der Abciſſenlinie, ao, der gegenwärtige Standort, n, und die Lage der Abciſſenlinie, mn, beſtimmt. Iſt dies geſchehen, ſo läßt man den Meßtiſch nach o bringen, dort aufſtellen, beſtimmt dieſen Punkt und durch eine Viſirlinie die Richtung der neuen Abciſſenlinie, op, auf der Tablette, und im Verfolg der Arbeit durch Ausmeſſung der Abciſſen und Ordinaten die krumme Linie GH auf die ſo eben beſchriebene Weiſe.

Vom Punkte k aus hätte man aber auch eben ſo gut den Meßtiſch gleich nach o ſenden, nächſt der Länge kl, lm und mn auch die von ln und no meſſen, auf der Tablette die Lage der Punkte l, n und o durch Auftragung der Längen kl, kn und ko von k aus auf die Abciſſenlinie, ao, beſtimmen, und über ln das Dreieck lmn, deſſen Seiten gemeſſen ſind,

construiren können, wodurch vielleicht Zeit erspart worden wäre, ohne der Genauigkeit der Arbeit Abbruch zu thun.

Ist auf der Tablette die Lage und Länge der Linien a k, k C, k l, l n, l m, m n und m o bestimmt, so ist es zweckmäßig, ehe man zur Ausmessung der neuen Abcissenlinie und ihrer Ordinaten übergeht, die Brouillonzeichnung auf die Tablette zu übertragen, um das erhaltene Bild sogleich mit dem terrestrischen vergleichen und etwaige Fehler an Ort und Stelle verbessern zu können. Die Uebertragung geschieht am bequemsten, wenn man zunächst sämmtliche Abcissen aufträgt, oder in der Abcissenlinie a o die Punkte b, d, f, h ꝛc. durch Auftragung ihrer Entfernungen vom Punkte a, sodann die Endpunkte der einzelnen Abcissen in den Linien k C, l m und m n durch Auftragung ihrer Entfernungen von k, l und m bestimmt, durch alle diese Punkte mit Hilfe eines Triangels und Lineals durch Abschieben Perpendikel zu a o, k C, l m und m n errichtet, auf diese die Länge der gleichnamigen Ordinaten trägt und endlich deren Endpunkte, c, e, g, i ꝛc., nach Anleitung des in der Brouillonzeichnung möglichst naturgetreu dargestellten Bildes der aufzunehmenden Linie durch eine krumme Linie verbindet.

Regeln zur Anfertig. einer Brouillonzeichn. krummer Linien ꝛc.

§. 404. Die Brouillonzeichnung oder der rohe Entwurf der aufgenommenen Linie oder Figur muß in diesem wie in jedem anderen Falle mit der größten Genauigkeit so deutlich ausgeführt werden, daß selbst ein Anderer danach die Reinzeichnung anfertigen kann. Sonst giebt sie leicht zu großen Irrungen Anlaß. Hat das durch sie entworfene Bild nicht die größte Aehnlichkeit mit dem terrestrischen, so wird das der Reinzeichnung, besonders wenn recht viel verschiedenartig gestaltete krumme Linien vorkommen, noch viel mehr mit dem terrestrischen differiren, denn zwischen den festgelegten Punkten können unendlich viel krumme Linien gedacht und gezogen werden. Wird sie indessen mit Umsicht angelegt, so kann man nicht nur während der Messung stets beurtheilen, ob alle zur Verzeichnung erforderlichen Stücke wirklich gemessen worden, ob noch Hilfslinien und welche bestimmt werden müssen, sondern auch bei Ausführung der Reinzeichnung ein naturgetreues Bild erwarten.

Um bei dem Eintragen und Ablesen der Zahlen für die Länge der gemessenen Linien und für die Größe der Winkel jede Verwechselung zu vermeiden, ist es sehr zweckmäßig, die Zahlen nach bestimmten Gesetzen niederzuschreiben, und zwar

1) alle

1) alle Maße, welche in einer geraden Linie liegen, von dem Anfangspunkte derselben anzurechnen, und auch in der Reinzeichnung von diesem Punkte aus auf die betreffende Linie zu tragen. Durch letzteres wird die Fortpflanzung der etwa beim Abgreifen vom verjüngten Maßstabe oder durch die Unvollkommenheit unserer Zeichnengeräthschaften ꝛc. entstandenen Fehler vermieden;
2) das Längenmaß einer Abciſſe, Ordinate oder irgend einer andern Linie, senkrecht gegen die gemeſſene Linie, entweder unmittelbar neben dieſelbe, oder in einiger Entfernung davon an das Ende einer punktirten Linie, zu ſchreiben, ſo daß man, wenn man die Zahl gerade vor ſich hat, in der Richtung der Linie hinabſieht, in welcher letztere ausgemeſſen wurde.
3) Die Zahl für das Maß der ganzen Länge einer geraden Linie, an der mehrere Entfernungen notirt ſind, wird entweder neben dem Ende derſelben parallel mit der Linie noch einmal niedergeſchrieben, oder unterſtrichen, damit ſie ſogleich in die Augen fällt. Endlich
4) die Größe eines Winkels wird in die Oeffnung des Winkels hineingeſchrieben, und durch einen Bogen umſchloſſen, der von einem Schenkel zum andern geht.

In Figur 221 ſind die Zahlen nach dieſen Regeln geſchrieben, und wir zweifeln nicht, daß ein jeder Zeichner danach jene krumme Linie nach einem beliebigen verjüngten Maßſtabe werde auftragen können.

Führung eines Manuals der gemeſſen. Längen und Winkel.

§. 405. Statt der Brouillonzeichnung kann bei Aufnahme einer krummen Linie auch ein Verzeichniß der gemeſſenen Längen der Abciſſen und Ordinaten und der Größe der Winkel angelegt werden. Dies hat keine Schwierigkeit, wenn ſämmtliche Ordinaten auf eine Seite der Abciſſenlinie fallen, und ſenkrecht ſind. Liegen ſie aber bald rechts, bald links derſelben, und ſind mehrere nicht rechtwinklig, ſo laſſen ſich Irrungen kaum vermeiden, wenn nicht die Lage der Ordinaten, je nachdem ſie auf eine oder die andere Seite der Abciſſenlinie fällt, durch plus und minus unterſchieden, jeder Punkt, an dem die Abciſſenlinie die krumme berührt oder durchſchneidet, mit 0 bezeichnet, und hinter einer jeden Ordinate der Grad des Winkels bemerkt wird, den ſie mit der zuletzt gemeſſenen Abciſſe beſchreibt. Ob man hierbei die Ordinaten rechts oder links als poſitiv bezeichnet, iſt für die Arbeit an ſich ganz gleichgiltig,

wenn man sich nur consequent bleibt. Nachstehendes Beispiel diene zur nähern Verständlichung.

Manual für die krumme Linie AB (Fig. 221).

Die Ordinaten links sind positiv; rechts negativ.

| Abciſſe 110* | Ordinate + 150* | Winkel 90°. | Bemerkung. |
|---|---|---|---|
| „ „ 250* | „ „ + 100* | „ „ 90°. | „ „ |
| „ „ 360* | „ „ + 130* | „ „ 90°. | „ „ |
| „ „ 375* | „ „ 0 | „ „ 0°. | „ „ |
| „ „ 480* | „ „ — 90* | „ „ 90°. | „ „ |
| „ „ 555* | „ „ — 25* | „ „ 90°. | „ „ |
| „ „ 645* | „ „ 0 | „ „ 0°. | „ „ |
| „ „ 675* | „ „ 0 | „ „ 0°. | Der Bogen ist |
| „ „ 690* | „ „ — 80* | „ „ 75°. | oval, bei 40* |
| „ „ 705* | „ „ 0 | „ „ 0°. | Länge der Ordi- |
| „ „ 730* | „ „ 0 | „ „ 0°. | nate 50* breit. |
| „ „ 780* | „ „ + 60* | „ „ 90°. | „ „ |

u. ſ. w.

Wird durch eine ſolche Führung des Manuals freilich auch die Wahrſcheinlichkeit von Irrungen beim Auftragen vermieden, ſo iſt es doch immer beſſer, gleich beim Abmeſſen der Abciſſen und Ordinaten ſich ein Croquis zu entwerfen. Die Aufnahme muß durch letzteres nothwendig an Genauigkeit gewinnen, denn wer an Ort und Stelle nach der Anſchauung die Krümmungen verzeichnet, wird in der Reinzeichnung ein viel treueres Bild derſelben wiedergeben können, als derjenige, der nach den Zahlenangaben die krumme Linie entwerfen muß, wenn ihn auch ſein Gedächtniß unterſtützt. Man verſuche es ſelbſt; man zeichne nach dieſen Zahlenangaben mit Hilfe irgend eines verjüngten Maßſtabes die krumme Linie, dann nach dem Croquis in Fig. 221, vergleiche beide Zeichnungen und überzeuge ſich, wie ſehr ſie differiren und welche dem Croquis am ähnlichſten ſein wird.

b. Anwendung verſchiedener anderer Verfahrungsarten.

§. 406. — b. Die anderen oben (§. 402.) erwähnten Verfahrungsarten, die wir bereits bei Beſchreibung der Vermeſſung von Wegen (§. 378—385.) näher kennen gelernt haben, erleichtern ſehr häufig die Aufnahme der krummen Linien, obwohl durch ſie eigentlich nur die Lage der Abciſſenlinien feſtgelegt wird und alle einzelnen Krümmungen durch Ordinaten noch näher beſtimmt werden müſſen. Beſchreiben indeſſen die krummen Linien ſehr lang geſtreckte oder große Biegungen, wie ein Fluß, ein Strom oder ein Canal, der häufig in faſt geraden Linien fortläuft, ſo ſind beinahe keine oder doch nur ſehr we-

nige Ordinaten erforderlich. Man behandelt dann die krumme Linie wie eine gebrochene gerade, schafft aber die scharfen Winkel, welche die Abciſſenlinien mit einander bilden, fort. Dies geſchieht entweder lediglich nach dem Augenmaße oder mit Hilfe der Abmeſſung einiger Abſtände vom Scheitelpunkt des Abciſſenwinkels. Geſetzt, es ſollte der Fluß ABC, Fig. 222, entweder durch Vorwärtsviſiren und Orientiren nach Rückſicht, oder durch Vor- und Rückwärtsviſiren und Orientiren nach der Bouſſole, ꝛc. aufgenommen werden, ſo würde man durch dieſe Verfahrungsarten auf der Tablette die gebrochene gerade Linie, a b c d e f g, erhalten. Um dieſe in ein ähnliches Bild der dieſſeitigen krummen Uferlinie umzugeſtalten, und dazu eine hinlängliche Anzahl von Anhaltspunkten zu gewinnen, genügt es, von b aus die Abſtände der Punkte m und o, wo das Ufer die Abciſſenlinie verläßt und zu derſelben wieder zurückkehrt, ſo wie die Länge, b n, der Halbirungslinie des Abciſſenwinkels, m b o; im Fortſchreiten von b nach c die Länge der Ordinate p q und die Entfernung q c; im Weitergehen von c nach d die Länge der Ordinate r s und deren Abſtand von d; auf dem Wege von d nach e den Abſtand des Punktes t, wo das Ufer die Abciſſenlinie verläßt; von e aus die Länge der Halbirungslinie, e u, des Abciſſenwinkels, t u v, und endlich die Längen v f, f x und f w zu meſſen. Streng genommen, iſt dies Verfahren kein anderes als eine etwas modificirte Aufnahme durch Abciſſen und Ordinaten.

Sind die Flußufer ſehr ſumpfig oder von todten Armen und Laachen begleitet, und kann man daher weder unmittelbar an ihnen mit Inſtrumenten fortkommen, noch ſich der Abciſſen und Ordinaten zu ihrer Beſtimmung bedienen, ſo muß ihre Aufnahme aus der Ferne mit Hilfe einer Standlinie und Vorwärtsviſiren bewirkt werden. Man merkt ſich entweder am Ufer, gewöhnlich am jenſeitigen, welches beſſer zu überſehen iſt, möglichſt viel kenntliche Gegenſtände, z. B. Bäume, einzelne Sträucher, Stauden, Steine ꝛc., oder läßt einen Gehilfen durch den Sumpf waten, wenn dies nicht angeht, auf einem Nachen den Fluß hinunter fahren, von demſelben aus in den Hauptbiegungspunkten Meßfahnen errichten, beſtimmt die Lage dieſer Punkte auf der Tablette und verbindet die gefundenen nach dem Augenmaße, ſo gut es ſich zur Erlangung eines naturgetreuen Bildes thun läßt.

Sind die Ufer mit Sträuchern ſehr bewachſen, weder aus der Ferne kenntlich noch unmittelbar am Fluſſe zu verfolgen,

so läßt man durch einen Gehilfen in den Hauptbiegungspunkten Stangen mit Strohwieschen an die Sträucher binden, und bestimmt dieselben von einer Standlinie aus, durch Vorwärtsabschneiden. Kommt man von einer Seite des Flusses an nicht zum Zwecke, so geht man nach der andern Seite hinüber, bestimmt auch dort so viel Biegungspunkte, als nur irgend möglich, und vervollständigt oder ergänzt vielmehr die Aufnahme durch Croquis.

Im Allgemeinen sind Flüsse viel leichter aufzunehmen als Bäche, weil diese viel mehr kleine Krümmungen oder Serpentinen, oft in der wunderlichsten Lage zu einander, beschreiben, und viel öfter ganz verwachsene Ufer haben, wodurch sowohl die Anzahl der abzusteckenden Punkte vermehrt als ihre Bestimmung erschwert wird.

### B. Mit geometrischen Winkelmeßinstrumenten.

Art ihres Gebrauchs.

§. 407. Beim Gebrauch der geometrischen Winkelinstrumente zur Aufnahme krummer Linien verfährt man ganz ähnlich, wie mit dem Meßtische; man legt die Alignements der Abcissenlinien fest, mißt die Winkel, welche die neue mit der alten Abcissenlinie macht, die einzelnen Abcissen und Ordinaten, legt eine Brouillonzeichnung oder ein Manual an, trägt die gemessenen Längen und Winkel dahinein, oder man legt einzelne Punkte in der krummen Linie fest, bestimmt, wie es im §. 406. angegeben ist, die dazwischen liegenden Theile jener Linie, und führt endlich nach vollendeter Messung und den hierdurch erhaltenen Bestimmungen das Bild der aufgenommenen krummen Linie in der Zeichnung aus.

Welchen wesentlichen Vortheil die Spiegelinstrumente zur Fällung von Perpendikeln aus irgend einem bezeichneten Punkte auf eine gerade Linie, mithin auch zur Bestimmung der Richtung von Ordinaten gewähren, haben wir bereits im §. 218. erwähnt.

Wenn bei der Meßtischaufnahme eine Brouillonzeichnung oder ein Manual nur zur Abkürzung des Verfahrens beiträgt, so ist es beim Gebrauch dieser Instrumente schlechterdings nothwendig, es sei denn, daß man im Besitz einer Croquirplanchette wäre und die gemessenen Winkel mit dem Instrumente oder Transporteur wie die abgeschrittenen Längen nach dem verjüngten Maßstabe sogleich auf dem Felde in die Zeichnung eintragen kann. Hierdurch geht aber viel Zeit verloren, besonders wenn die Linien sehr gekrümmt und mithin viele Perpen-

dikel zu errichten sind. Soll die Brouillonzeichnung nach Beendigung der Feldarbeit, wie es gewöhnlich geschieht, aufgetragen werden, so ist zur Vermeidung von Irrungen die größte Genauigkeit und Deutlichkeit beim Eintragen der Zahlen für die Winkel und Längen zu empfehlen. Irgendwo begangene Fehler können während des Eintragens nicht entdeckt werden, und wenn sie sich später im Verfolg der Arbeit bemerkbar machen, ist ihre Fortschaffung häufig mit großer Schwierigkeit verknüpft.

### C. Durch Croquiren oder nach dem Augenmaße.

Croquiren krummer Linien im Laufe größerer Vermessungen.

§. 408. Beim Croquiren von krummen Linien und fließenden Gewässern verfährt man ganz so, wie bei der Aufnahme von gebrochenen geraden Linien oder Wegen nach dem Augenmaße. Da indessen die Ufer der fließenden Gewässer in der Regel tiefer als das sie umgebende Terrain liegen, von einzelnen Baumgruppen oder zusammenhängenden Gebüschen und Wäldern beschattet sind, weder eine freie Umsicht gestatten noch erlauben, daß man sich der Richtung ihrer einzelnen Linien durch eine genügende Anzahl von Alignements auf bereits festgelegte Punkte versichern kann, sie überdieß selten lange eine Richtung verfolgen, vielmehr viele Wendungen machen, so ist ihre Aufnahme nach dem Augenmaße mit ungleich größerer Schwierigkeit verknüpft, als die der Wege oder anderer krummen Linien auf freiem Terrain, und wird mehr oder weniger auf eine Vermessung durch Abciffen und Ordinaten zurückgeführt werden müssen. Von der Aufnahme mit Instrumenten unterscheidet sie sich dann nur dadurch, daß die Winkel, welche die einzelnen Abcissenlinien mit einander und die Ordinaten mit diesen machen, geschätzt, sämmtliche Hauptlinien abgeschritten, die unbedeutenderen Längen aber nach dem Augenmaße beurtheilt werden.

Ehe man zum Croquiren übergeht, sucht man durch Vorwärtsabschreiten, oder während desselben durch Rückwärtseinoder Seitwärtsabschneiden möglichst viel einzelne Punkte der krummen Linie festzulegen, um mittelst derselben das im Croquis erhaltene Bild beim Uebertragen in die Reinzeichnung rectificiren zu können. Dieß geschieht ganz so, wie es im §. 397. näher beschrieben ist.

Croquiren v. Flußlinien zu militairischen Zwecken als selbstständige Arbeit.

§. 409. Wenn zu irgend einem militairischen Zwecke das Croquis eines Flusses angefertigt werden soll, so wird demselben gewöhnlich, wie beim Croquis eines Colonnenweges, eine Anzahl aus einer Specialcharte entnommener fester Punkte zum

Grunde gelegt, und das Terrain auf jedem Flußufer in der Breite von einer Kanonenschußweite bis zu einer Viertelmeile aufgenommen. Kann man sich zu dieser Arbeit eines katoptrischen Zirkels, eines Reflectors, die recht eigentlich für diesen Zweck geeignet und zur Bestimmung mancher Punkte durch Auftragung der Visirwinkel, der Flußbreiten ꝛc. benutzt werden können, oder einer Patentbussole bedienen, so wird die Arbeit dadurch ungemein erleichtert. Hat man aber weder diese Instrumente, noch selbst eine Specialcharte zur Hand, aus der man sich Stützpunkte auf das quadrirte Croquirblatt tragen kann, so gehört die Aufnahme eines Flusses nach dem Augenmaße zu den schwierigsten Arbeiten. Die Aehnlichkeit des erhaltenen Bildes mit dem terrestrischen beruht dann lediglich auf der richtigen Schätzung der Winkel und dem richtigen Abschreiten oder Abreiten der einzelnen Abcissenlinien, weshalb mit vorzüglicher Sorgfalt verfahren werden muß.

Ist das Croquis der einen Flußseite bis zu einem gewissen Terrainabschnitt vollendet, so geht man zur andern über, und croquirt dieselbe, gestützt auf die Basis der jenseitigen. Stößt man auf Widersprüche, so geben diese Gelegenheit, die in der Aufnahme des ersteren begangenen Fehler zu erkennen und zu rectificiren. Zum prüfenden Ueberblick über den bereits gezeichneten Theil der Arbeit eignen sich ganz vorzüglich solche Höhen oder Punkte, von welchen man eine Aussicht über eine größere Flußstrecke und das jenseitige Ufer hat, und mithin überschauen kann, wie die Darstellungen beider Flußseiten mit einander harmoniren.

Wie beide Flußufer genau aufgenommen werden müssen.

§. 410. Bisher haben wir nur von der genauen Aufnahme der krummen Linie eines Flußufers gesprochen und die des andern Ufers ganz unberücksichtigt gelassen. Wir müssen daher noch erwähnen, daß ganz schmale fließende Gewässer nur durch eine Linie auf dem Plane ausgedrückt werden, und daß bei ihnen das andere Ufer gar nicht in Betracht kommt. Haben sie indessen eine etwas größere Breite, und kann diese schon im Maßstabe der Zeichnung durch zwei Linien ausgedrückt werden, so ermittelt man die mittlere Breite des Gewässers, führt beide Ufer parallel und nimmt in der Zeichnung nur auf besonders große und militairisch wichtige Ufererweiterungen (Ausbiegungen) oder Uferverengungen (Einbiegungen) Rücksicht. Ist das fließende Gewässer aber ein flößbarer oder schiffbarer Fluß, oder gar ein Strom, der von Truppen nur an einzelnen Stellen entweder durch Furthen, über Brücken

oder mittelst Wasserfahrzeuge passirt werden kann, so muß von Strecke zu Strecke die Breite desselben gemessen und in der Zeichnung ausgedrückt werden. Zwischen diesen Punkten führt man das zweite Ufer in der mittleren Richtungslinie, um durch die genaue Aufnahme desselben eine doppelte Arbeit zu vermeiden. — Bei sehr breiten Strömen, bei denen man von dem einen Ufer aus nicht genau die Formen des jenseitigen erkennen kann, und bei Aufnahmen, die lediglich die Darstellung der Flußufer bezwecken, oder auf denen der Entwurf einer Flußvertheidigung oder einer Anlage eines Brückenkopfes begründet werden soll, die daher in einem größeren als dem gewöhnlichen Maßstabe ausgeführt werden, muß jedoch auch das zweite Ufer genau vermessen und gezeichnet werden.

Ermittelung der Breite fließender Gewässer.

§. 411. Die Breite eines fließenden Gewässers kann entweder direct oder indirect gemessen werden:

direct,

a. wenn es nur eine geringe Breite hat und senkrecht zu seinen Ufern ein Maßstab hinübergelegt oder eine Meßkette hinübergespannt, und

b. wenn bei einer größern Flußbreite diese auf einer über das Gewässer hinüber führenden Brücke gemessen werden kann;

indirect, wenn das fließende Gewässer eine größere Breite als eine Maßstabs- oder Meßkettenlänge besitzt und keine Brücke zu deren Ausmessung vorhanden ist.

Der letztere Fall nur hat für uns Interesse, da die Ermittelung der Flußbreite im ersteren Falle eine gewöhnliche Längenmessung und aus dem Abgehandelten schon zur Genüge bekannt ist.

Die indirecte Breitenmessung eines fließenden Gewässers kann auf sehr verschiedenem Wege geschehen.

1. Mit dem Meßtische durch Vorwärtsabschneiden.

a) Läßt sich das Instrument unmittelbar an einem Ufer aufstellen, so wird der Standort durch Rückwärtseinschneiden ꝛc. auf der Tablette bestimmt, die letztere orientirt, in den gefundenen Punkt eine Stationsnadel gesteckt, das Diopterlineal daran gelegt, nach einem markirten Gegenstande, z. B. einem Baum, Pfahl, Stein ꝛc., des jenseitigen Ufers visirt, und die Visirlinie gezogen. Hierauf nimmt man ein Alignement (die Abcissenlinie) an, geht beliebig weit in demselben fort, stellt in ihm auf einem Punkt, von dem aus der bemerkte Gegenstand des jenseitigen Ufers zu sehen ist,

das Instrument wieder auf, orientirt dasselbe, bestimmt den Standort auf der Tablette etwa durch Seitwärtsabschneiden ꝛc. und zieht aus dem gefundenen Punkte eine zweite Visirlinie nach dem Richtobject des jenseitigen Ufers. Dann wird der Durchschnittspunkt beider Visirlinien die Lage des letztern auf der Tablette bezeichnen und die Breite des Gewässers durch die Entfernung des ersten Standortes von jenem Punkte bestimmt sein. — Macht der Fluß eine so bedeutende Krümmung, daß sich am diesseitigen Ufer keine gerade Standlinie von genügender Länge festlegen läßt, so wird eine gebrochene angenommen.

b) Erlaubt die Terrainbeschaffenheit keine Aufstellung des Meßtisches hart am diesseitigen Ufer, so bemerkt man sich am letzteren irgend ein markirtes Richtobject, ein eben solches ihm gerade gegenüber am jenseitigen Ufer, nimmt in einiger Entfernung vom Flusse eine Standlinie an, und zieht aus deren End- oder aus irgend anderen bereits festgelegten Punkten, auf denen das Instrument aufgestellt wird, Visirlinien nach *jenen* Richtobjecten, so werden die Durchschnittspunkte dieser Linien beide Uferpunkte und deren Entfernung von einander die Flußbreite auf der Tablette bezeichnen.

2. Mit dem katoptrischen Zirkel und Reflector ist eine Flußbreite sehr schnell nach der im §. 222. angegebenen Methode der indirecten Distancenmessung zu ermitteln.

3. Mit den übrigen Winkelmessern verfährt man ganz ähnlich, wie mit dem Meßtische, und findet die Breite eines fließenden Gewässers in der Regel durch geometrische Construction, indem man die gemessenen Winkel und Längen mit dem Transporteur und nach dem verjüngten Maßstabe aufträgt und demgemäß die Durchschnittspunkte der Visirlinien bestimmt; ausnahmsweise durch trigonometrische Berechnung auf die bekannte Weise (§. 321.).

4. Kann man einen rechten Winkel*), eine kurze Stand-

*) Ein rechter Winkel läßt sich auch ohne Benutzung von Meßinstrumenten mit Hilfe einer Schnur sehr leicht construiren. Man bindet an jedes Ende einer mindestens 5 Ruthen langen Schnur einen 2 bis 3′ langen Stab mit scharfer Spitze, stellt dadurch einen sogenannten Erdzirkel her, beschreibt mit ihm ein gleichschenkliges

linie abſtecken, und iſt das Ufer feſt und frei, ſo ſtellt man ſich unmittelbar am Rande des Ufers, z. B. in A, Fig. 223, einem markirten Punkt, G, des jenſeitigen Ufers gegenüber, auf, nimmt ſenkrecht gegen die Linie AG ein Alignement an, geht in demſelben eine beliebige Strecke, bis B, errichtet hier eine Meßfahne, ſchreitet darauf im Alignement noch einmal ſo weit, bis C, fort, und ſteckt auch hier eine Meßfahne vertikal in den Boden. Jetzt nimmt man ſenkrecht gegen das erſte Alignement, AC, ein zweites nach der dem Fluſſe entgegengeſetzten Seite an, und geht in demſelben ſo weit, bis man in einem Punkt, D, ankommt, in dem, wenn man nach dem bemerkten jenſeitigen Uferpunkt, G, ſieht, dieſer von der im Halbirungspunkt, B, des erſten Alignements (der Standlinie) errichteten Meßfahne gedeckt erſcheint. Dann iſt die Entfernung dieſes Punktes, D, von dem Endpunkte, C, der erſten Standlinie, AC, gleich der geſuchten Flußbreite; denn

$\triangle$ BCD $\cong$ $\triangle$ GAB

weil $\angle$ CBD $=$ $\angle$ ABG als Scheitelwinkel
$\angle$ BCD $=$ $\angle$ BAG als rechte
und BC $=$ AB nach der Conſtruction

alſo auch CD $=$ AG, was verlangt wurde.

5. Beſitzt man kein Inſtrument, ſo ſcheinen folgende Methoden am ſchnellſten und ſicherſten zum Zwecke zu führen.

a) Man ſtelle ſich wie vorher, einem bemerkbaren Punkt, G, des jenſeitigen Ufers gegenüber, in A, Fig. 224, auf, gehe in der Richtung von GA eine beliebige, aber geringe Strecke, etwa bis B, fort, errichte hier eine Meßfahne, nehme ſeitwärts von A einen beliebigen

---

Dreieck, deſſen Grundlinie ein Theil des Alignements iſt, zu dem ein Perpendikel errichtet werden ſoll, halbirt die Grundlinie, ſteckt in den hierdurch gefundenen Punkt und in die Spitze des Dreiecks Meßfahnen, ſo iſt die durch beide Fahnen beſtimmte Richtung der verlangte Perpendikel. Oder, was noch vorzüglicher iſt, man verlängere das Alignement GA, Fig. 223, bis a, beſchreibe mit dem Erdzirkel über Aa ein gleichſchenkliges $\triangle$ Aab, und verlängere den gleichen Schenkel ab über den Scheitel, b, des Gegenwinkels der Grundlinie hinaus bis bB $=$ ab, ſo iſt AB ſenkrecht auf AG.

Punkt, C, an, messe die Linie BC, verlängere sie über C hinaus um ihre ganze Länge, und errichte in dem hierdurch gefundenen Punkte, D; gleichfalls eine Meßfahne. Ebenso mache man es mit AC, welche um ihre ganze Länge bis E vergrößert und dort durch eine Meßfahne bezeichnet wird. Endlich gehe man von E aus in der Richtung von DE so lange fort, bis sich, wenn man in F angekommen ist, sowohl die Stäbe E und D, wie C mit dem bemerkten jenseitigen Uferpunkte, G, decken, und messe sodann EF, so wird diese Entfernung gleich der Flußbreite AG sein. Der Beweis ergiebt sich aus §. 316. Erlaubt es das Terrain nicht, die Alignements AC und BC um ihre ganze Länge zu vergrößern, so ist es ausreichend, wenn es um einen beliebigen Theil, etwa um $\frac{1}{2}$ ihrer Länge, geschieht; dann wird aber auch EF nur ein Drittel von GA sein (§. 316.).

b) Man stecke einem markirten Gegenstande, G, Fig. 225, des jenseitigen Ufers gegenüber einen Stab, A, unmittelbar am Flusse senkrecht in den Boden, gehe im Alignement dieser beiden Punkte eine beliebige Strecke, etwa so weit, oder halb so weit, als der Fluß breit zu sein scheint, fort, errichte hier, in B, eine Meßfahne, nehme ein beliebiges Alignement, BC, nach dem Augenmaße, möglichst perpendikulär gegen GB, an, gehe in demselben um die doppelte oder einfache wahrscheinliche Flußbreite fort, und lasse im Alignement des Standortes C und des jenseitigen Uferpunktes, G, eine Meßfahne, D, in der Nähe des Ufers einstecken. Mißt man sodann von den hierdurch entstehenden Dreiecken ABC und BCD die Seiten AB, BC und CA, wie BD und DC, trägt sie nach dem verjüngten Maßstabe, die kleinen Triangel a b c und b c d construirend, auf das Papier, so muß $\triangle$ a b c $\sim$ $\triangle$ ABC und $\triangle$ b c d $\sim$ $\triangle$ BCD sein, weil die gleichliegenden Seiten verhältnißmäßig aufgetragen sind. — Verlängert man endlich die Seiten b a und c d über a und d hinaus, bis sie sich schneiden, so bezeichnet ihr Durchschnittspunkt, g, die Lage des jenseitigen Uferpunktes, wie die Entfernung g a die zu messende Breite des Flusses; denn

$\triangle gbc \sim \triangle GBC$

weil $\left.\begin{array}{l} \angle gbc = \angle GBC \\ \angle hcd = \angle BCD \end{array}\right\}$ nach der Construction.

Da nun ferner $\triangle abc \sim \triangle ABC$
$\triangle gbc \sim \triangle GBC$

so muß auch $ab : AB = ac : AC$
und $ag : AG = ac : AC$

folglich $ab : AB = ag : AG$ sein, was zu beweisen war.

Es versteht sich von selbst, daß, wenn der Pfahl A, Terrainhindernisse wegen, nicht unmittelbar am Rande des Ufers in den Boden getrieben werden kann, seine Entfernung von diesem von der gefundenen Flußbreite in Abzug gebracht werden muß.

c) Man errichte am Ufer senkrecht einen Stab von etwa $5\frac{1}{2}'$ Länge, spalte ihn oben und klemme in ihn ein gerades Stück Holz ein. Hierauf gebe man dem letzteren, indem man über seine obere Kante hinweg nach dem jenseitigen Ufer visirt, eine solche Richtung, daß seine Verlängerung den Rand jenes Ufers treffen würde. Hierauf drehe man den Stab, ohne ihn jedoch tiefer einzudrücken, dergestalt um seine Achse, daß man nun, über das unverrückt gebliebene Stück Holz wegvisirend, sich den Punkt auf dem diesseitigen Ufer merken kann, wo der Visirstrahl den Boden berührt. Die Entfernung dieses Punktes vom Stabe giebt dann die Breite des Flusses, welche man nach Gefallen messen oder abschreiten kann. — Sind beide Ufer gleich hoch, so ist durch diese Methode, für den Maßstab, in dem ein Croquis gewöhnlich angefertigt wird, die Breite eines Flusses hinreichend genau zu bestimmen. Ist indessen das jenseitige Ufer höher oder tiefer, so muß die gefundene Flußbreite im ersteren Falle nach Verhältniß der Höhe des jenseitigen Ufers etwas vergrößert, im letzteren Falle etwas verringert werden, oder man giebt dem Stücke Holz gleich eine solche Richtung, daß seine Verlängerung das jenseitige Ufer so tief unter dem Rande treffen, oder so viel über denselben weggehen würde, als er nach der Schätzung höher oder tiefer als der diesseitige liegt.

Worauf bei der Aufnahme fließender Gewäss. noch ferner zu achten ist.

§. 412. Die Zeichnung eines fließenden Gewässers muß im Plane eine vollständige Charakteristik desselben geben. Daher ist es nicht genügend, bloß seine Krümmungen und seine Breite darzustellen, sondern es muß auch zugleich aus der Zeichnung die Form und Beschaffenheit seiner Ufer ersichtlich sein, ob sie flach oder steil, trocken und fest, oder naß und weich, frei, von Buschwerk eingenommen oder von hohen Bäumen beschattet sind. Ferner ob Sandbänke oder Inseln im Flusse liegen, ob die ersteren beständig vom Wasser unbedeckt, öfters oder stets überströmt, ob die Inseln beackert, von Wiesen, Strauchwerk und Bäumen eingenommen sind, festen oder weichen Boden haben. Die Gestalt der Sandbänke und Inseln wird bei einer Meßtischaufnahme durch Vorwärtsvisiren und Schnitte bestimmt. Ist auf ihnen keine hinreichende Anzahl von markirten Richtobjecten vorhanden, wie in der Regel auf Sandbänken, so muß ein Gehilfe auf einem Nachen hinüberfahren und an schicklichen Punkten Meßfahnen errichten. — Alle diejenigen Stellen, wo der Fluß Canäle, Mühl- und andere Gräben aufnimmt, oder wo diese von ihm abgehen, wo sich Nebenflüsse, Bäche und Fließe in ihn ergießen, müssen möglichst genau bestimmt werden.

Ebenso muß aus dem Plane die Länge und Beschaffenheit der Flußpassagen zu entnehmen sein; ob die Brücken feste oder schwimmende, im ersteren Falle ob sie Zugbrücken, von Stein oder Holz erbaut sind, oder ob sie steinerne Pfeiler und eine hölzerne Brückenbahn haben, im letzteren Falle ob sie Schiff-, Floß- oder fliegende Brücken, ob die Stege für Reiter oder nur für Fußgänger geeignet sind; ob die Fähren Wagen oder nur Fußgänger übersetzen, ob die Furten von Reitern oder auch von Wagen passirt werden können. Endlich muß auch aus dem Plane ersichtlich sein die Lage und Beschaffenheit der Buhnen (Bauwerke zum Schutz gegen das Abspülen der Ufer), ob diese von Stein, Holz oder nur von Faschinen erbaut sind; wie der Schleusen, Wehre und Ueberfälle. Die oben erwähnten Musterblätter (§. 97.) geben für alle diese Gegenstände besondere leicht zu unterscheidende Signaturen. — Wenn es nach der Zeichnung irgend zweifelhaft sein könnte, wohin der Fluß fließt, so wird seine Richtung durch einen Pfeil angedeutet, dessen Spitze stromabwärts liegt, und dieser entweder in den Fluß oder, bei schmalen fließenden Gewässern, daneben gezeichnet.

Bei einer detaillirten Flußaufnahme wird in der Regel

auch die Wassertiefe des Gewässers von Strecke zu Strecke gemessen, in der Zeichnung auf die betreffenden Stellen geschrieben, und auf dem Rande bemerkt, ob die Messung in einer trocknen oder nassen Jahreszeit, und unter welchen besonderen Umständen ausgeführt wurde. Die Ermittelung der Tiefe geschieht von einem Nachen aus durch ein Senkblei, welches aus einer Schnur von sogenanntem Sackband, an der ein Bleiloth hängt, angefertigt und durch eingebundene schmale farbige Tuchstreifen in Fuß und Zoll abgetheilt ist. — Tritt der Fluß, wenn er anschwillt, aus seinen Ufern, so wird die Ueberschwemmungsgrenze durch eine punktirte oder gerissene Linie in der Zeichnung angegeben. Die Aufnahme derselben geschieht, wie die einer jeden andern Linie. Von nicht minderer Wichtigkeit ist es, die Richtung der Hauptströmung (Stromstrich, Strombahn) zu kennen, weil von ihr zum Theil die Form der Ufer abhängig ist, indem der Strom dort, wo er die Ufer trifft, diese abspült und sie steil macht, während sich auf der gegenüberliegenden Seite, etwas weiter abwärts, der abgespülte Boden wieder ansetzt, Untiefen, Sandbänke oder Schlammanhäufungen bildet. Sie wird leicht aus der vermehrten Anzahl und der schnelleren Bewegung der Wasserwirbel erkannt, und in der Zeichnung durch eine gerissene Linie, oder durch ein Schraffiren vom Stromstrich nach beiden Ufern (§. 103.) dargestellt.

Flußbeschreibung zur Erläuterung der Flußaufnahmen.

§. 413. Neben den detaillirten Flußaufnahmen wird in der Regel noch eine Flußbeschreibung angefertigt, welche alles das militairisch Wichtige aufnehmen muß, was in der Zeichnung nicht bildlich dargestellt werden kann. Sie muß demnach enthalten:

1) In Bezug auf die Beschaffenheit des fließenden Gewässers an und für sich.

a. Seine gewöhnliche Wassertiefe von Strecke zu Strecke, wenn diese nicht schon auf dem Plane angegeben ist; wie groß die Differenz zwischen dem niedrigsten und höchsten Wasserstande, wie flach bei jenem, wie tief bei diesem das Gewässer wird; ob es, angeschwollen, aus seinen Ufern tritt, ob dies plötzlich, allmälig, periodisch oder wann gewöhnlich geschieht; ob der Fluß willkürlich und bis zu welcher Höhe durch die etwa vorhandenen Schleusen und Wehre angespannt oder abgelassen werden kann. — An den Brücken oder in den Städten, in welchen Zollämter oder städtische Wassermühlen sind, befinden sich häufig Pfähle (Pegel), an welchen Fußmaße zur Beobach-

tung des Wasserstandes verzeichnet sind, und Personen, die, mit dieser Beobachtung beauftragt, darüber tabellarische Register führen. Von ihnen erhält man daher in der Regel die gewünschten Notizen, sehr häufig schon übersichtlich nach Zeitabschnitten zusammengestellt.

b. Die Schnelligkeit des Stromes, um aus ihr auf das Gefälle und darauf schließen zu können, wie reißend das Gewässer ist. Sie wird dadurch ermittelt, daß man ein, wo möglich kugelförmiges, Stück Holz in den Stromstrich wirft, am Ufer in gleicher Höhe mit jenem Körper fortgeht, indem man nach der Uhr sieht, die Schritte zählt, und auf diese Weise die Entfernung mißt, welche derselbe in einem gewissen Zeitabschnitt zurücklegt. Gewöhnlich nimmt man eine Minute dazu an und sagt, der Strom hat die Schnelligkeit von so und so viel Schritt in einer Minute. Diese Untersuchung muß von Strecke zu Strecke wiederholt werden, weil die Schnelligkeit des Stromes sich häufig mit der Beschaffenheit des Flußbettes ändert.

c. Das Gefälle ist in der Regel den Wassermüllern und Schiffern, vornehmlich aber den landräthlichen Aemtern, Kreisbaumeistern und Magistraten, insofern die letzteren im Besitz von Mühlen und Uferländereien sind, bekannt. Kann man keinen genügenden Aufschluß darüber erhalten, ist die Kenntniß des Gefälles durchaus nothwendig und die nöthige Zeit zur Anfertigung eines Nivellements vorhanden, so muß zur Ausführung des letztern geschritten werden.

d. Die Beschaffenheit des Flußbettes. Ob sich das letztere häufig verändert oder ob es constant und der Grund fest ist, ob letzterer aus Felsen, Steingerülle, Kies- oder Flußsand besteht, weich, Triebsand, Moor- oder Sumpfboden ist und wo ein Wechsel der Beschaffenheit des Bodens eintritt. — Ob die Sohle fest oder weich ist, kann durch Ruder- oder andere Stangen, und woraus sie besteht, in vielen Fällen dadurch ermittelt werden, daß man an das Senkblei ein Stück Talg klebt, es in die Tiefe hinabläßt und nach dem Wiederherausziehen untersucht, was für erdige Theile sich an das Talg angehängt haben.

e. Die Flöß- und Schiffbarkeit. Von wo an das Gewässer mit Kähnen, Flössen oder Flußschiffen befahren wird oder befahren werden kann; wo und wie viel Kähne in den einzelnen Orten vorhanden sind; wo die Flußschiffe anzulegen und zu überwintern pflegen, wie viel durch-

schnittlich an jenen Orten und wie viel überhaupt auf einer gewissen Flußstrecke zu finden sind; wie groß die Tragbarkeit der Kähne und Flußschiffe ist; was die letzteren gewöhnlich führen, ꝛc.

2) In Bezug auf die Beschaffenheit der Flußübergänge.

a. Brücken und Stege. In welcher Verfassung sich die über den Fluß führenden Brücken befinden, für welche Truppengattung sie geeignet, wie breit, und ob sie einer Ausbesserung bedürftig sind; ob das Material dazu in der Nähe vorhanden ist oder weit herbeigeschafft werden muß; wie viel Wagen zum Anfahren desselben aus den nahe gelegenen Orten gestellt werden können, wie viel Arbeiter und welche Handwerker zur Reparatur erforderlich sind und wie viel Zeit darüber hingehen kann; ob die Brücken leicht zu zerstören, oder zu vertheidigen, von welchem Ufer sie beherrscht sind und ob sie enfilirt werden können. — Wie lange die schwimmenden Brücken stehen, wann sie gewöhnlich abgefahren und durch Fähren ersetzt, wo sie im Winter geborgen werden oder ob Häfen für sie vorhanden sind. — Endlich ob die Stege nur für Fußgänger eingerichtet und wie breit sie sind, oder ob sie auch von Reitern benutzt werden können.

b. Fähren. Ob sie fliegende Brücken, Schiff-, Floß- oder Kahnfähren sind; wie viel Fuhrwerke, Pferde und Menschen sie fassen und wie viel Last überhaupt sie tragen können; wie viel Zeit sie bedürfen, um beladen über den Fluß und leer wieder zurückzukehren; wie viel solcher Kahn- oder Schifffähren in einer gewissen Gegend vorhanden sind, und wie viel Zeit darüber vergehen dürfte, sie alle auf dieser oder jener Stelle zu versammeln, ꝛc.

c. Fuhrten. Ihre Breite und Wassertiefe, die Beschaffenheit ihres Grundes, ob sie zu allen Jahreszeiten, nur in der trocknen, oder wann sie nicht passirt werden können; ob sie gar nicht, nur mit großer Mühe oder leicht zu verderben sind, und ob im letzteren Falle das dazu nöthige Material in der Nähe vorhanden ist oder aus der Ferne herbeigeschafft werden muß. Die Wassertiefe und Breite der Fuhrten muß man stets selbst und dadurch untersuchen, daß man sowohl ihrer Längen- als ihrer Breitenrichtung nach durch sie hindurchreitet, ebenso die Festigkeit ihres Grundes durch Stangen, weil beides sehr wichtig ist, und Irrungen leicht sehr nachtheiligen Einfluß auf militairische Unternehmungen ausüben können.

d. Welche Stellen des fließenden Gewässers am geeignetsten zum Brückenschlagen, sowohl im Vorgehen als beim Rückzuge, sind, welche Art von Brücken, schwimmende, Pfahl-, Bock-, Schanzkorb-, Wagen- oder andere Laufbrücken, am leichtesten herzustellen ist, ob das Material dazu in der Nähe vorhanden, und wie es herbeizuschaffen ist; ob, im Fall es zu Lande geschehen muß, die nahe gelegenen Ortschaften die dazu nöthigen Fuhrwerke stellen können; ob die Wehre zum Brückenbauen zu benutzen sind, und im Fall schwimmende Brücken hergestellt werden müssen, wie viel Gefäße dazu erforderlich, auf einer gewissen Flußstrecke vorhanden sind, und in wie viel Zeit sie versammelt werden können. Wenn, in Ermangelung von Flußschiffen, Pontonbrücken geschlagen werden müssen, wie viel Pontons dazu gebraucht werden, und wo die Hacquetts am bequemsten sich dem Ufer nähern und auffahren können; ꝛc.

3) In Bezug auf die Beschaffenheit des Thales.

a. Die Beschaffenheit der Flußufer, insofern diese sich nicht unmittelbar aus der Zeichnung ergiebt; welches Ufer das andere beherrscht, ob sie hoch oder niedrig, bequem zum Anlegen der Flußfahrzeuge, zum Uebergange, wie für die Vertheidigung, sind, oder ob die etwa vorhandenen todten Flußarme, Laachen ꝛc. der Communication Schwierigkeiten bereiten.

b. Wie weit die Ueberschwemmungen um sich greifen, wenn der Fluß aus seinen Ufern tritt, wie tief sie sind und in welchem Grade sie den Boden aufweichen; wie die Beschaffenheit der Dämme ist, welche das Uferland gegen eine Ueberschwemmung schützen, wie hoch und breit sie sind, ob sie leicht durchstochen werden können, wie weit dann die Ueberschwemmung bei einer gewissen Wasserhöhe sich ausdehnen würde, und ob eine künstliche Ueberschwemmung, durch Schleusen und Wehre bewirkt, durch Abzugsgräben abzuleiten ist.

c. Die Beschaffenheit der Thalsohle und der über sie führenden Wege. Ob der Boden die Communication erleichtert oder erschwert, ob die Wege in guter Verfassung, der Ausbesserung bedürftig oder gebaut sind; welche Breite und Höhe die gebauten Wege oder Dämme haben, die das Flußthal quer durchschneiden, ob sie den Ueberschwemmungen hinreichenden Widerstand entgegensetzen und sich stets über dieselben erheben, wie breit ihre Brücken und wie dieselben überhaupt beschaffen sind, ꝛc. Ob die die Thalsohle einnehmen-

menden Waldungen aus Laub- oder Nadelholz, schlagbaren Bäumen oder jungem Aufschuß bestehen.

d. Beschaffenheit der die Thalsohle durchziehenden fließenden Gewässer und Gräben. Sie werden ähnlich wie der Hauptfluß, in den sie sich ergießen, beschrieben.

e. Beschaffenheit der Thalgehänge oder Thalufer, ob sie hoch oder niedrig sind, das Thal beherrschen, für den Angriff oder für die Vertheidigung Vortheile gewähren, ob man an ihnen verdeckt in's Thal hinabsteigen und ebenso sich dem Flusse nähern kann, ꝛc.

f. Die Beschaffenheit der am Flusse, auf der Thalsohle und am Thalgehänge liegenden Ortschaften in Bezug auf Angriff und Vertheidigung; wie viel Feuerstellen, Einwohner, Pferde sie haben, wie überhaupt ihr Wohlstand ist und ob sie Viehzucht treiben. —

Den Schluß der Flußbeschreibung machen

4. Allgemeine militairische Bemerkungen und Betrachtungen über den ganzen von der Aufnahme umfaßten Terrainabschnitt, in Bezug auf eine bestimmte militairische Operation, oder auf kriegerische Unternehmungen überhaupt. Sie sind das Resultat alles dessen, was in der Aufnahme und der zu ihr gehörigen Beschreibung detaillirt niedergelegt ist, und geben ein zusammenhängendes Urtheil des Verfassers über den Terrainabschnitt und seine Wichtigkeit. Für ihre Abfassung lassen sich daher weiter keine Regeln geben, als daß sie klar, gedrängt, übersichtlich und in bestimmten Ausdrücken, weder zweideutig noch auf Schrauben gestellt, sein müssen.

### 3. Die Aufnahme von stehenden Gewässern, See'n, Teichen ꝛc.

§. 414. Wie die Aufnahme von See'n, Teichen ꝛc. durch Abciſſenlinien und Ordinaten geschieht und wie die ersteren um die krumme in sich zurückkehrende Uferlinie herum zuletzt ein Polygon bilden, haben wir bereits in §. 403. und in Fig. 220 dargestellt. Wir bemerken daher hier nur noch, daß die Richtigkeit des in Grund gelegten Polygons auf folgende Weise geprüft werden kann. Hat man nämlich die Aufnahme des stehenden Gewässers mit Aufstellung des Meßtisches in A, Fig. 220, begonnen, von dort aus Visirlinien nach den in B und F errichteten Meßfahnen gezogen; ist man sodann nach B oder a. mit Instrumenten.

C gegangen, und endlich, die Abciſſenlinie in dieſer Richtung verfolgend, über D in E angekommen, ſo könnte die Aufnahme des Polygons als vollendet betrachtet werden, wenn man von dem für E auf der Tablette gefundenen Punkt aus eine Viſirlinie nach der Meßfahne in F zieht, und den Durchſchnittspunkt dieſer, mit der von A aus nach F gezogenen, Viſirlinie als den Punkt anſieht, welcher den Standort jener Meßfahne auf der Tablette bezeichnet. Allein hierbei wird vorausgeſetzt, daß der Punkt E richtig beſtimmt iſt. Um ſich hiervon zu überzeugen, meſſe man die Entfernungen EF und FA, trage erſtere von dem für E, letztere von dem für A gefundenen oder angenommenen Punkt aus auf die betreffenden Viſirlinien, und ſehe, ob beide hierdurch für F ermittelten Punkte in einander fallen. Geſchieht dies, ſo iſt die Aufnahme richtig; treffen ſie nicht zuſammen, fällt der eine Punkt über den anderen hinaus, oder erreichen ſie ſich nicht, einer Seiten oder Längenabweichung wegen, ſo iſt irgend ein Fehler vorgefallen, und das Polygon muß in der Weiſe, wie es im §. 397. näher angegeben iſt, rectificirt werden.

Um indeſſen die Entſtehung eines bedeutenden, oder die Fortpflanzung und Vergrößerung eines entſtandenen Fehlers möglichſt zu vermeiden, iſt es gerathen, nicht nach einer Richtung hin die Abciſſenlinien um den ganzen See oder Teich herum feſtzulegen, ſondern, wenn dies etwa bis zur Hälfte, in unſerm Beiſpiele bis zum Stationsorte C, geſchehen iſt, wieder nach dem Punkte A, in dem die Arbeit begonnen wurde, zurückzukehren, und von dort aus die Abciſſenlinien in entgegengeſetzter Richtung, alſo von A aus über F bis E, in Grund zu legen. Hat man ſodann von E aus nach der in D ſtehenden Meßfahne viſirt, wie es bereits auch von C aus geſchehen iſt, ſo iſt die richtige Beſtimmung des Punktes D (vergl. §. 389.) viel wahrſcheinlicher und jedenfalls die bei Prüfung der Arbeit ermittelte Differenz viel kleiner, als wenn man bis dahin um den ganzen See herum gearbeitet hätte.

Sehr günſtig für die Aufnahme von See'n oder Teichen iſt es, wenn in ihnen eine Inſel und auf dieſer ein Richtobject liegt, das von allen Uferpunkten geſehen, ſchon aus der Ferne beſtimmt und benutzt werden kann, die Endpunkte der Abciſſenlinien in der Weiſe durch Vorwärtsviſiren und Seitwärtsabſchneiden auf der Tablette zu finden, wie es §. 382. und Fig. 211, in Bezug auf gebrochene gerade Linien überhaupt, dargeſtellt iſt. Kann man ſich auf jener Inſel mit Inſtrumen-

ten aufstellen, auf ihr eine Standlinie messen oder mehrere Punkte bestimmen, so läßt sich von diesen, wie von anderen zur Seite gelegenen festen Punkten aus, vielleicht die Mehrzahl der ausgezeichneten Uferpunkte auf der Tablette durch Vorwärtsabschneiden (§. 384. und Fig. 212) finden, und der Rest der Uferlinie in der Zeichnung leicht ergänzen. — Nicht minder günstig ist es für die Aufnahme eines Teiches, wenn dieser von geraden Dämmen umgeben ist, weil durch die Aufnahme der letzteren die Form des Teiches von selbst bestimmt wird.

Hat ein See einen sehr großen Umfang, so ist es nicht nöthig, daß man ihn gleich umkreiset, und alle ausgezeichneten und wichtigen Uferpunkte hinter einander fort festlegt, sondern es kann sehr allmälig, vielleicht beiläufig, bei der Aufnahme anderer Terraingegenstände geschehen.

Liegt das aufzunehmende stehende Gewässer in einem Bruche oder in anderem weichen Boden, auf dem man weder ein Instrument aufstellen noch Abcissen und Ordinaten messen kann, so muß ein Gehilfe einen Nachen besteigen, den See oder Teich befahren, in den ausgezeichnetsten Uferpunkten Meßfahnen oder Signalstangen errichten, der Aufnehmer deren Standorte durch Vorwärtsabschneiden bestimmen, und durch die Verbindung der dadurch gefundenen Punkte nach dem Augenmaße die Gestalt des See's oder Teiches in Grund legen. In einem solchen Falle ist es vollkommen hinreichend, ein nur annähernd ähnliches Bild zu erhalten, denn kann man sich den Ufern des stehenden Gewässers nicht als einzelner Fußgänger nähern, so ist dies noch viel weniger mit Truppen möglich, und die Form der Uferlinie ohne Einfluß auf militairische Aufstellungen und Unternehmungen.

Sind endlich die Ufer eines stehenden Gewässers trocken und fest, aber dick mit Bäumen oder Sträuchern bewachsen, so macht ihre Aufnahme oft große Schwierigkeiten, da sie in diesem Falle möglichst genau festgelegt werden müssen. Es bleibt dann nichts übrig, als entweder eine ausreichende Anzahl von unmittelbar am Ufer stehenden Bäumen und Sträuchern mit Strohwischen oder Stangen mit Strohwiepen bezeichnen zu lassen, deren Standorte aus der Ferne durch Vorwärtsabschneiden zu bestimmen und, auf diese Punkte gestützt, das Ufer zu croquiren, oder so nahe als möglich dem Ufer, zwischen Bäume und Sträucher hindurch, Abcissenlinien und Ordinaten festzulegen. Das Ingenium des Aufnehmers muß ihm

die Mittel angeben, auf welche Weise er am schnellsten und sichersten zum Ziele kommt.

Die Zeichnung des aufgenommenen stehenden Gewässers muß erkennen lassen, ob es ein See, ein Dümpel oder ein Teich, ob der Teich ganz oder zum Theil durch Dämme eingefaßt, mit Wasser gefüllt oder abgelassen ist.

b. Nach dem Augenmaße.

§. 415. Die Aufnahme eines größeren stehenden Gewässers nach dem Augenmaße ist eine schwierige Aufgabe und nur allein durch Hilfe von Abcissenlinien und Ordinaten mit einiger Sicherheit zu bewerkstelligen. — Ist man im Besitz einer Croquirtafel mit Orientirbouſſole, so werden die Abcissenlinien ebenso, wie es im §. 393. für jede gebrochene gerade Linie näher angegeben ist, in der Zeichnung festgelegt. Besitzt man keine Croquirtafel, so müssen entweder die Winkel, welche die einzelnen Abcissenlinien mit einander beschreiben, geschätzt oder, wie folgt, in der Zeichnung bestimmt werden.

Gesetzt, es wäre Fig. 220 ein See, der ohne alle weiteren Hilfsmittel als mit einer Schreibtafel, einem Zirkel und einem Schrittmaßstabe aufgenommen werden sollte. Nachdem man die Länge der Linie AB gemessen, geht man in deren Verlängerung, die Schritte zählend, noch eine beliebige Strecke, etwa bis B′, fort, errichtet hier eine Meßfahne und notirt sich die Entfernung BB′. Hierauf kehrt man nach B zurück, geht dann im Alignement BC, die Schritte zählend, etwa so weit fort, als BB′ lang ist, bezeichnet den Punkt, C′, in dem man sich befindet, und zählt die Schritte von C′ bis B′. Jetzt zieht man in der Schreibtafel eine gerade Linie, trägt darauf nach dem verjüngten Maßstabe die Entfernungen AB und BB′ von einem beliebigen Punkt, a, aus nach b und b′, construirt über b b′ mit den in dem verjüngten Maßstabe übertragenen Längen BC′ und B′C′ das △ b b′c′ und verlängert die Linie b c′, um auf sie, von b aus, auch die gemessene Weite BC nach c tragen zu können, dann wird ∠ a b c = ∠ ABC sein, weil nach der Construction △ b b′c′ ∞ △ BB′C′ u. ∠ b′b c′ = B′BC′ ist. — Aehnlich, wie in B, verfährt man in C, F und E, und prüft endlich durch Abschreiten der Entfernungen ED und CD die Lage des für D gefundenen Punktes.

Liegt der aufzunehmende See (Teich) in einem Bruche, oder kann man zu seinen Ufern überhaupt nicht kommen, so muß die Grenze des weichen Bodens, in dem er liegt, möglichst sorgsam croquirt, der Abstand der Seeufer von jener geschätzt, und danach ihre Linie nach dem Augenmaße eingezeichnet werden.

### 4. Die Aufnahme von Wiesen und von anderen gerad- oder krummlinig begrenzten Figuren.

§. 416. Die Aufnahme von Wiesen oder von anderen gerad- oder krummlinig begrenzten Figuren ergiebt sich schon im Allgemeinen aus dem Vorgetragenen, denn es handelt sich nur darum, ihre Ränder, und die etwa durch sie hindurchführenden Wege, Gräben und fließenden Gewässer auf der Tablette in Grund zu legen, was um so weniger einer Schwierigkeit unterworfen sein kann, als die Wiesen gewöhnlich in Niederungen längs fließenden Gewässern liegen und entweder horizontale oder sehr wenig geneigte ebene Flächen bilden. Die Bergwiesen an den Thalgeländen eines Gebirgsterrains sind immer nur Ausnahmen, erfordern allerdings eine sorgfältigere Aufnahme und müssen mit den Gehängen, an welchen sie liegen, zugleich vermessen werden. a. Aufnahme durch Umgehung oder Umziehung.

Bestehen die Wiesenränder aus gebrochenen geraden Linien, so werden sie ebenso wie gebrochene gerade Wege, bilden sie krumme Linien, mit Hilfe von Ordinaten und Abcissenlinien, die um kleine Wiesen ein Polygon darstellen, aufgenommen. — Auch für die Vermessung von Wiesen ist es sehr günstig, wenn in ihrer Mitte ein aus allen Winkelpunkten sichtbares natürliches oder künstliches Richtobject liegt, das bereits aus der Ferne festgelegt ist und zur Bestimmung ihres Umfanges durch Vorwärtsvisiren und Seitwärtsabschneiden (§. 382. und Fig. 211) herangezogen werden kann.

Wird die aufzunehmende Wiese (Figur) umgangen und der Raum, den sie auf der Tablette einnimmt, durch Umziehung dargestellt, so muß man, um die Fortpflanzung und Vergrößerung eines entstandenen Fehlers zu vermeiden, nicht nach einer Richtung hin um die ganze Figur herum arbeiten, sondern, wenn man etwa bis zur Hälfte ihres Umfanges vorgeschritten ist, wieder nach dem Punkte zurückkehren, von dem man ausging, und von dort die Arbeit nach der entgegengesetzten Richtung weiter fortführen (§. 414.). — Gewinnt man auf einem oder dem andern Standorte eine freie Aussicht nach einem bereits schon bestimmten Winkelpunkte der Figur, so legt man das Diopterlineal an den auf der Tablette gefundenen Standort, visirt nach jenem Punkte und untersucht, ob die nach ihm gezogene Visirlinie den ihm zugehörigen in der Zeichnung trifft. Ist dies nicht der Fall, mithin ein Fehler in der

Arbeit begangen worden, so muß das Instrument nach den früheren Standorten zurückgebracht, untersucht werden, wo sich jener Fehler durch Uebereilung oder Verrücken des Meßtisches eingeschlichen hat, und die Arbeit rectificirt werden.

Wenn ABCDEF, Fig. 227, den Umfang einer in Grund gelegten Figur darstellt, die Messung in D ihren Anfang genommen, auf der einen Seite über C bis B, von wo aus die Lage des Punktes A bestimmt ist, auf der anderen über E bis F fortgesetzt worden wäre, so würde man nach der gehörig orientirten Aufstellung des Meßtisches in der letzten Station, F, die Figur a b c d e f ∞ ABCDEF erhalten, und das Haar des hart an die Linie f a gelegten Diopterlineals müßte den Punkt A decken, wenn sich während der Arbeit kein Fehler eingeschlichen hat. Ist aber in irgend einem Stationsort, z. B. gleich im ersten, D, durch ein zufälliges Verrücken des Meßtisches ein Fehler begangen, die Visirlinie nach C nicht in der Richtung d c, sondern in der von d i gezogen, und hat sich dieser Fehler, uns unbewußt, über i und h bis zu dem Punkte, g, fortgepflanzt, der für A gefunden ist, so würde man am Schlusse der Arbeit die unrichtige Figur g h i d e f erhalten, und das Haar eines an die Punkte f und g gelegten Diopterlineals würde nicht den Punkt A, sondern irgend einen anderen, x, decken. Zur Ermittelung des Ortes, wo der Fehler begangen wurde, ziehe man von F, woselbst der Tisch genau orientirt und der Standort durch Rückwärtseinschneiden gefunden ist, Visirlinien nach D, C und B, und untersuche, ob dieselben die für die letzteren auf der Tablette gefundenen Punkte treffen. Bemerkt man nun, daß zwar d, aber nicht mehr die Punkte i und h von jenen Linien geschnitten werden, und daher falsch liegen, so ergiebt sich, daß in D ein Fehler begangen wurde. Um denselben rectificiren zu können, bestimme man von F aus die Lage des Punktes A in a, nehme die gemessene und nach dem verjüngten Maßstabe richtig aufgetragene Länge h g in den Zirkel und trage sie von a nach b in der Visirlinie f B; sodann d i von d nach c in der Visirlinie f C, und verbinde endlich c mit b, so wird die dargestellte Figur der terrestrischen ähnlich sein und jede Linie ihre richtige Lage auf der Tablette erhalten haben. Auch kann man nach D zurückkehren, dort den Meßtisch orientirt aufstellen, von d nach C, B und A visiren und die Lage dieser Punkte durch die Schnitte der von hier und von f aus gezogenen Visirlinien bestimmen.

Die Verbesserung einer fehlerhaft aufgenommenen Figur

wird aber ungleich schwieriger, wenn das Terrain die Bestimmung des Standortes, F, durch Rückwärtseinschneiden und das Ziehen von Visirlinien nach den Punkten B, C und D nicht erlaubt. Es bleibt dann dem Detailaufnehmer entweder nur übrig, den Fehler von D aus gleichmäßig zu vertheilen (§. 397.), die Arbeit zu verwerfen und von neuem auszuführen, oder endlich Diagonalen zu messen, z. B. von A nach C, oder von D nach B und A, oder endlich von B nach D und F und von F nach D, und durch deren Hilfe die richtige Lage jener Punkte zu bestimmen. Wäre z. B. eine der gemessenen Diagonalen, BF, 20* kürzer als die gleichliegende, fh, auf der Tablette, so müßten beide Punkte einander um eben so viel Schritte näher gerückt werden. Die hierdurch bewirkten Verbesserungen geben indessen nur ein annähernd richtiges Bild, wenn die Figur nicht vollständig in Dreiecke zerlegt und wenn nicht alle Seiten der letzteren gemessen werden können, was übrigens bei größeren Figuren mehr Zeit raubt, als eine abermalige Aufnahme durch Umgehung. Daher dürfen diese Diagonalmessungen nur beschränkt dort angewendet werden, wo es auf eine kleine Differenz zwischen der terrestrischen und bildlich dargestellten Figur nicht ankommt.

Die Aufnahme einer größeren Figur durch Umgehung ist, wenn man sich nicht in Winkelpunkt um Winkelpunkt oder wenigstens allemal im 3ten oder 4ten rückwärtseinschneiden und den etwa sich eingeschlichenen Fehler fortschaffen kann, sondern von Station zu Stationsort die Linien messen muß, ohne durch Visirungen nach bereits festgelegten Punkten die Richtigkeit der Messung prüfen zu können, äußerst schwierig, und auch bei Anwendung aller Vorsicht wird es sich nicht vermeiden lassen, daß auf dem letzten Stationsort irgend ein Fehler der Längen- oder Seitenabweichung bemerkbar hervortritt. Kann man nicht umhin, diese Methode anzuwenden, so beschränke man die Zahl der Stationsorte so viel als möglich, weil jeder derselben zu Fehlern Veranlassung geben kann.

b. Aufnahme einer Fig. aus einem Punkte ihres Umfanges oder ihrer Mitte.

§. 417. Eine trockne Wiese oder irgend eine andere Figur von geringem Umfange kann auch aus einem Punkt, A, Fig. 226, ihrer Begrenzung, der entweder schon vorher auf der Tablette, in a, bestimmt, oder, nachdem man sich auf ihm aufgestellt, durch Rückwärtseinschneiden gefunden ist, aufgenommen werden. Nachdem der Meßtisch gehörig orientirt ist, zieht man aus ihm nach allen Winkelpunkten, B, C, D und E, in welchen, falls sie nicht gehörig markirt sind, Meßfahnen oder

Stangen errichtet wurden, Visirlinien, a b, a c, a d und a e, mißt die Entfernungen jener Punkte vom Stationsorte, trägt sie nach dem verjüngten Maßstabe von a aus auf die correspondirenden Visirlinien, verbindet die hierdurch bestimmten Punkte, b, c, d, e, wie b und e, mit a durch gerade Linien, und erhält dadurch den Umfang der Figur. *)

Ist die aufzunehmende Wiese (Figur) von sehr großem Umfange, und würden, wenn man sie aus einem Punkte ihres Umfanges in Grund legen wollte, die zu messenden Diagonalen sehr lang werden, so kann ihre Vermessung auch aus einem in ihrer Mitte festgelegten Punkte, A, Fig. 228, bewirkt werden, wenn man von diesem nach allen Winkelpunkten, B, C, D, E, F, G und H, visirt, deren Entfernungen vom Standorte mißt, auf die gleichnamigen Visirlinien trägt und die gefundenen Punkte, b, c, d, e, f, g und h, mit einander verbindet. Die Aehnlichkeit des gewonnenen Bildes mit dem terrestrischen läßt sich leicht durch die Aehnlichkeit der Triangel ABC und a b c, ACD und a c d ꝛc. beweisen.

Sind eine oder mehrere Grenzlinien der Figur krumm, so bezeichnet man die vornehmsten Krümmungspunkte derselben mit Meßfahnen, zieht nach ihnen Visirlinien, bestimmt ihre Lage auf der Bildfläche auf die eben angegebene Weise, und verbindet sie auf der letzteren durch eine krumme, der terrestrischen möglichst ähnliche, Linie. Besteht aber eine oder bestehen mehrere Begrenzungslinien der Figur, wie es bei von Ackerstükken umschlossenen Wiesen häufig der Fall ist, aus kurzen, scharf gebrochenen geraden Linien, wie BJC, so legt man längs derselben eine Abcissenlinie, BC, fest, und nimmt die gebrochene Linie mit Hilfe von Abcissen und Ordinaten auf.

---

*) Auch kann man die Entfernungen AB, BC, CD, DE und EA messen, und sodann nach dem verjüngten Maßstabe die Entfernung AB von a nach b, die Länge BC von b nach c in der Visirlinie aC, und ebenso die Länge CD von c nach d in der Visirlinie aD tragen; hierauf die Weite AE von a nach e, und endlich die Länge ED von e nach d in der Visirlinie aD. Treffen die beiden von c und e aus aufgetragenen Punkte d genau zusammen, so darf man der Richtigkeit der Construction gewiß sein. — Bei einer sehr winkligen Figur, in der man viele und lange Diagonalen abschreiten müßte, würde dies Verfahren allerdings schneller zum Zwecke führen, als das im Texte angegebene, allein es giebt nur höchst selten ein ganz richtiges Resultat und darf daher nur ausnahmsweise bei unwichtigeren Figuren angewendet werden.

§. 418. Eine große trockne Wiese (Figur), auf der man sich mindestens in zwei Punkten, von denen aus die Ränder zu übersehen sind, stationiren kann, läßt sich häufig sehr schnell in Grund legen, wenn man auf ihr eine Standlinie, **AB**, Fig. 171, annimmt und aus den Endpunkten dieser die Lage der deutlich markirten oder durch Meßfahnen und Stangen bezeichneten Winkelpunkte der Umfangslinie durch Vorwärtsabschneiden bestimmt. Können, ihrer ungünstigen Lage zur Standlinie wegen, einzelne Winkelpunkte, z. B. **F**, **G** und **H**, nicht geschnitten werden, so visirt man sie von irgend einem Stationsorte, **B**, an, mißt ihre Entfernungen von diesem, und trägt letztere nach dem verjüngten Maßstabe auf die betreffenden Visirlinien. c. Mit Hilfe einer od. mehrerer Standlinien.

Ist die zu vermessende Figur sehr in die Länge gestreckt und dabei vielfach gekrümmt, lassen sich mithin ihre Winkelpunkte nicht aus den Endpunkten einer Standlinie in Grund legen, so nimmt man zu diesem Zwecke vom zweiten Stationsorte aus eine neue Standlinie, u. s. f., an, oder man bestimmt die übrigen Winkelpunkte aus bereits schon von der ersten Standlinie aus in Grund gelegten Punkten der Grenzlinie. Ebenso läßt sich häufig der Rand einer nassen Wiese aus den Endpunkten einer schon früher bestimmten Linie, **LM** oder **MN**, Fig. 171, ihres Umfanges ꝛc. durch Vorwärtsabschneiden aufnehmen.

§. 419. Ein Bach, der sich durch eine Wiese schlängelt, und die zur Ent- oder Bewässerung der letzteren gezogenen Gräben müssen mit den Wiesenrändern zugleich aufgenommen werden; der **Bach** vielleicht durch Abcissen und Ordinaten, und die **Gräben**, falls sie gerade oder gebrochen sind, indem man ihren Anfangs- und Endpunkt, so wie ihre Biegungspunkte festlegt. Zuweilen ist dies ein sehr mühsames und zeitraubendes Geschäft, z. B. wenn die Wiese verhältnißmäßig schmal, lang gestreckt, vielfach gekrümmt ist, nur erlaubt, kurze Stand- und Abcissenlinien anzunehmen, und wenn das Buschwerk auf beiden Ufern des Baches die freie Uebersicht hemmt. Im letzteren Falle ist man vielleicht genöthigt, hier und dort einzelne Sträucher oder Zweige weghauen zu lassen, um sich Durchsichten zu verschaffen. *) Ganz unbedeutende fließende Gewässer werden nur nach dem Augenmaße eingezeichnet. d. Wenn sich ein Bach durch die Wiese schlängelt.

*) Zu diesem Zwecke, wie überhaupt, ist es rathsam, den Instrumententräger stets mit einem Handbeile zur Arbeit kommen zu lassen.

Liegt die Wiese merklich tiefer als das sie umgebende Terrain, so kommt man zuweilen am schnellsten zum Zweck, wenn man sie von diesem aus durch Vorwärtsabschneiden aufnimmt, und mit der Standlinie von ihr so weit entfernt bleibt, daß man noch über das Buschwerk des Baches hinweg den jenseitigen Wiesenrand übersehen kann.

c. Nach dem Augenmaße.

§. 420. Die Aufnahme einer sehr großen oder lang gestreckten Wiese (Figur) nach dem Augenmaße muß zwar häufig auch durch Umgehung, ganz auf die Weise, wie es im §. 415. in Bezug auf die Festlegung der Abcissenlinien um See'n ꝛc. gelehrt wurde, bewirkt werden, allein sie wird in der Regel sehr mangelhaft ausfallen, wenn die Grenzlinien oft gebrochen oder sehr gekrümmt sind, und wenn man nicht vorher mehrere Richtobjecte im Umfange festlegen kann, die sich bei der Arbeit bequem als Stützpunkte brauchen lassen. Zerlegt man indessen dergleichen große Flächenfiguren, falls man über sie hinschreiten kann, in einzelne Abschnitte, nicht so umfangreiche durch Diagonalen in Dreiecke, wie z. B. Fig. 226 und 227, werden deren Seiten gemessen und nach dem verjüngten Maßstabe verhältnißmäßig auf das Papier getragen, so darf man mit weit größerer Sicherheit einer richtigen Zeichnung entgegensehen. Bei der Zerlegung einer Figur in Dreiecke kann man, wenn es nach der Lokalität für zweckmäßig erachtet wird, auch von einem Punkt in ihrer Mitte, wie z. B. in Fig. 228, ausgehen.

Bevor zur Abmessung der einzelnen Linien geschritten wird, umgeht man gern die aufzunehmende Figur, markirt die Hauptpunkte ihrer Grenzlinie, entwirft sich eine Brouillonzeichnung und beurtheilt danach, wie man das Werk anzugreifen habe, um schnell das Ziel zu erreichen. In diese Brouillonzeichnung werden unmittelbar nach der Messung der einzelnen Linien die Längen derselben hineingeschrieben und danach später die Dreiecke in der gehörigen Ordnung in die Reinzeichnung getragen.

Läßt sich eine lang gestreckte Wiese nicht bequem in Dreiecke zerlegen, so mißt man an verschiedenen Stellen ihre Breite und verschafft sich dadurch Anhaltspunkte; oft kann sie selbst wie ein breiter Fluß behandelt werden. Schmale Wiesen, die einen Fluß oder Bach begleiten, werden mit diesem zugleich in Grund gelegt. Daß dabei nur die Hauptrichtungen ihrer Rän-

---

Reichen z. B. irgend wo die Meßfahnen nicht aus, so kann er sogleich Signalstangen zuhauen, fehlen Markirpfählchen, diese anfertigen, ꝛc.

der niedergelegt, alle untergeordneten Krümmungen aber nicht berücksichtigt werden, versteht sich von selbst. Endlich ganz kleine Figuren, die kaum im Maßstabe der Vermessung dargestellt werden können, deren Form entweder häufigen Veränderungen unterworfen oder in militairischer Beziehung unwesentlich ist, wie z. B. die der kleinen Wiesenflecke, welche gewöhnlich Dümpel und Pfuhle umgeben, werden nur nach Schätzung eingezeichnet, denn es genügt vollkommen, ihr Vorhandensein im Plane bemerkt zu haben.

Unterscheid. der trocknen u. naß. Wiesen.

§. 421. Es versteht sich von selbst, daß bei Aufnahme von Wiesen sogleich in der Zeichnung angedeutet werden müsse, ob sie naß oder trocken, oder welche Stellen bei trockenen Wiesen naß, bei nassen trocken sind. Die Grenzen zwischen den trockenen und nassen Theilen einer Wiese dürfen nur ganz im Allgemeinen angegeben werden, weil sie meistentheils nicht constant sind, vielmehr sich nach der Jahreszeit, ja selbst nach der Witterung verändern. Sehr zweckmäßig ist es, wenn man entweder gleich auf dem Felde, oder unmittelbar nach der Rückkehr in's Quartier die nassen Wiesenstellen leicht mit Blau schraffirt, denn zarte Bleistiftsstriche verlöschen sich nicht nur häufig spurlos im Verfolg der Arbeit, sondern müssen auch später, wenn man die Wiesen anlegen will, weggelöscht werden, und wie kann man dann die nassen von den trocknen Wiesenstellen unterscheiden? Die leichten blauen Schraffirstriche bleiben dagegen während des Anlegens stehen und markiren scharf die nassen Wiesenstellen, deren Unterscheidung von den trockenen in militairischer Beziehung nicht so unwichtig ist, wie es Manchem im ersten Augenblick erscheinen dürfte.

### 4. Die Aufnahme von Wäldern.

Vorbereitungen zur Waldaufnahme.

§. 422. Die Aufnahme eines großen Waldes kann der Detailaufnehmer dann nur zweckmäßig einleiten, wenn er dessen innere Beschaffenheit und vor allen Dingen die Richtung der durch denselben führenden Hauptwege oder Straßen kennt. Der Wald muß also vor der Aufnahme recognoscirt und in Folge dessen, so viel es sich thun läßt, zur Vermessung eingerichtet werden. Diese Einrichtung besteht im Wesentlichen darin, daß im Walde, an den durch denselben hindurchführenden Wegen, möglichst viel Höhenpunkte und auf diesen die höchsten Bäume ermittelt, an ihre Wipfel Stangen mit Strohwischen befestigt, und diese Punkte von bereits außerhalb des Waldes festgelegten durch Vorwärtsabschneiden bestimmt werden. Hierdurch gewinnt man

Stützpunkte, mit deren Hilfe sich die etwa im Laufe der Vermessung entstehenden Fehler leicht rectificiren lassen. Sodann werden die entweder aus gebrochenen oder aus krummen Linien bestehenden Lisièren des Waldes auf die bekannte Weise aufgenommen und dabei alle Punkte festgelegt, an welchen Wege, fließende und stehende Gewässer, Wiesen ꝛc. in den Wald hineinführen und denselben wieder verlassen. — Ist die Waldgrenze auf allen Seiten aufgenommen, und in der Zeichnung der Raum bestimmt, den der Wald einnimmt, so kann man mit Sicherheit zur Aufnahme seines Innern übergehen.

Die Waldaufnahme selbst.

§. 423. Soll indessen auch die Aufnahme des innern Waldes mit der möglichsten Präcision fehlerfrei geschehen, so ist es rathsam, die Hauptwege auf das sorgfältigste mit dem Meßtische aufzunehmen, in mehreren, sich möglichst senkrecht schneidenden, Richtungen durch den Wald hindurch zu arbeiten, und hierdurch denselben in kleine Theile zu zerlegen, welche nach und nach, unabhängig von einander, vermessen oder croquirt werden können. Bei Aufnahme eines sehr großen Waldes, der, wie es häufig geschieht, den größten Theil eines Meßtischblattes oder vielleicht die ganze Section umfaßt, ist es sehr zweckmäßig, jene Durchschnittslinien mit der Meßkette oder Meßschnur auszumessen.

Die Aufnahme der *Hauptwege* beginnt man auf sicher bestimmten Punkten der Waldgrenze, und führt sie am bequemsten durch die Methode des Vorwärts- und Rückwärtsvisirens und Orientirens des Meßtisches nach der Boussole (§. 378.) und in Ermangelung einer guten Orientirboussole durch Vorwärtsvisiren und Orientiren nach Rücksicht (§. 376.) aus. Sehr fehlerhaft würde es aber seiɲ, wenn man von einem Punkte aus durch den ganzen Wald hindurcharbeiten wollte, weil die entstehenden Fehler im Verhältniß der Länge des Weges wachsen. Man muß vielmehr von allen Seiten nach der Mitte desselben hineinarbeiten, und dort, wo die Aufnahmen verschiedener Wege zusammentreffen, oder wo man einen von außerhalb bestimmten Punkt erreicht, die etwa sich eingeschlichenen Fehler sogleich rectificiren, damit die Arbeit stets sicher begründet weiter geführt werden kann. *Nebenwege*, von keiner besondern Wichtigkeit, werden, der Zeitersparung wegen, meistentheils nur croquirt.

Liegt in der Mitte eines größeren Waldes ein von außerhalb sicher bestimmtes Jagdschloß, von dem radienartig nach allen Richtungen gerade Wildbahnen zur Lisière führen, so

kann man auch dort die Vermessung beginnen, und die Endpunkte der Gestelle auf außerhalb des Waldes genommenen Standorten durch Vorwärts- oder Seitwärtsabschneiden bestimmen. So günstige Verhältnisse ergeben sich indessen nur höchst selten. Aehnlich verfährt man, wenn auf einem Berge im Innern des Waldes, in der Nähe von sich kreuzenden Straßen, Hauptwegen oder Gestellen, ein trigonometrisches Signal erbaut ist.

Die in Grundlegung kleiner Wälder, Gehege oder Gehölze (Büsche, Remisen) hat keine Schwierigkeit. Es genügt in der Regel schon, wenn ihre Lisièren und die Punkte festgelegt werden, an welchen Wege ꝛc. in sie hineinführen, und wenn man die letzteren croquirt.

Um während der Vermessung nicht den ganzen von einem Walde eingenommenen Raum der Reinzeichnung mit Baumzeichen überdecken zu dürfen, und denselben zur Darstellung der Unebenheiten des Bodens rein zu behalten, ist es hinreichend, wenn nur längs der die Waldgrenzen darstellenden Linien Baumzeichen gemacht und diese nach der Heimkehr in's Quartier mit kleinen, später leicht zu vergrößernden, Baumpunkten, in schwarzer Tusche, vertauscht werden. Wo die Waldgrenze (Traufe) unbestimmt ist, und der Wald sich allmälig verliert, wird dieselbe in der Zeichnung durch keine scharf ausgezogene Linie, sondern nur durch einzelne Baumzeichen angedeutet, welche ganz im Allgemeinen die Richtung bezeichnen, in welcher der Wald aufhört.

Worauf bei Waldaufn. ferner zu achten ist.

§. 424. Bei Vermessung der durch einen Wald führenden Wege und Gestelle werden zugleich die Erhabenheiten und Vertiefungen des Bodens, einzelne Häuser, Wiesen, Waldblößen, Schonungen mit der Jahreszahl ihrer Anlegung, einzelne Ackerstücke, in Schlägen (Wildbahnen) die Nummer- oder Buchstabenpfähle mit ihren Bezeichnungen ꝛc., genug alle die Gegenstände aufgenommen und eingezeichnet, welche eine militairische Wichtigkeit haben oder irgendwie zur Orientirung beitragen können. Dahin gehören auch die Namen der einzelnen Wege oder Waldtheile. Große Erleichterung hierbei gewährt es, wenn man im Laufe einer Waldvermessung einen Jäger oder Forstbedienten zum Führer hat, der, vollkommen orientirt, uns mit Rath und That an die Hand gehen kann und die Namen und Zeichen der Reviere, Wildbahnen, Wege, Wiesen ꝛc. kennt.

Ueberschreiten oder berühren die von uns verfolgten Wege im Innern des Waldes fließende oder stehende Gewässer, Grä-

ben, Wiesen ꝛc., so legt man diese Punkte sogleich fest und croquirt später jene Gegenstände von einem festgelegten Punkt bis zum andern, oder nimmt sie auf die vorbeschriebene Weise mit Instrumenten auf. Hierbei gewähren die gemeine und vornehmlich die Patentbouſſole große Vortheile.

Liegt zur Seite eines Weges, jedoch so entfernt von diesem, eine Wiese, ein Ackerstück, eine Waldblöße ꝛc., daß man sie von der Wegebahn aus nicht sehen kann, so läßt man in einiger Entfernung vom Wege in der Richtung auf jene Terrainstelle eine Meßfahne, B, Fig. 229, errichten, visirt vom Standorte, A, nach derselben, mißt die Entfernung AB, geht aber gleich so weit über die Meßfahne hinaus, bis man in C sie noch eben sehen kann, stellt hier den Meßtisch wieder auf, orientirt ihn mit der Bouſſole, und trägt auf die Visirlinie die Entfernung AB von a nach b. Hierauf steckt man in den gefundenen Punkt, b, die Stationsnadel, visirt nach B, zieht die Visirlinie rückwärts, trägt auf diese die Entfernung BC nach dem verjüngten Maßstabe von b nach c, steckt in den gefundenen Punkt eine Stationsnadel, visirt nach einer unterdessen in D errichteten Meßfahne, und wiederholt das vorige Verfahren so oft, bis man endlich, in einer gebrochenen geraden Linie fortschreitend, auf der Grenze jener Terrainstelle, in E, oder in deren Mitte, F, angekommen ist, und von dort aus die Aufnahme derselben bewirken kann.

In einem neben der Vermessung geführten Manual muß die Holzart, ob der Wald schlecht oder gut bestanden ist, viel oder wenig Unterholz, schlagbare oder junge Stämme hat, wie alles das vermerkt werden, was militairisches Interesse haben kann, und sich nicht unmittelbar aus der Zeichnung ergiebt, wie z. B. die Beschaffenheit des Bodens, ob er weich oder fest, leicht oder strenge ist, ꝛc. Auf dem Rande der Zeichnung der in der Nähe des Feindes, in Bezug auf eine militairische Unternehmung, croquirten Wälder muß nächstdem noch die Breite der Wege von Strecke zu Strecke, und ob man neben ihnen mit Infanterie, Cavallerie oder Artillerie fortkommen kann, oder ob sie sich leicht verhauen oder ungangbar machen lassen, vermerkt sein.

Aufnahme d. Bergterrains in Wäldern.

§. 425. Wenn die Unebenheiten des Bodens in einem dichten Walde auch für den Augenblick nicht das militairische Interesse haben können, welches sie in einer freien Gegend besitzen, so darf bei ihrer Aufnahme doch nichts versäumt werden, denn nichts bürgt dafür, daß nicht schon in wenigen

Jahren viele Wälder in Ackerfelder umgewandelt sind. Freilich kann die Vermessung des Waldterrains nie so genau geschehen, als die einer unbedeckten hügligen Landschaft, weil man die Lage der Kuppen und Wasserfurchen ꝛc. in jenem nicht so sicher festzulegen vermag, als in diesem, allein mit gutem Willen und Geschicklichkeit läßt sich viel erreichen, und jedenfalls der Typus des Terrains, die Richtung seiner Höhenzüge, die allgemeine Form der einzelnen Berge ꝛc. charakteristisch wiedergeben. —

Als Hilfslinien zur Aufnahme des Bergterrains in Wäldern bedient man sich in der Regel der Durchschnittslinien von einem in Grund gelegten Wege bis zum andern; verfolgt diese Linie, croquirt das Terrain rechts und links derselben, trägt sie auf die Tablette, und daneben das Terrain nach dem Croquis. Alle Abstände der seitwärts gelegenen Kuppen und Wasserfurchen ꝛc. werden geschätzt oder abgeschritten, ihre Lage aber durch Abcissen und Ordinaten bestimmt. Kann man jene Durchschnittslinien nicht gleich auf dem Meßtische in der Weise festlegen, wie die im vorigen §. erwähnte zu einer Waldblöße ꝛc. führende gebrochene Linie, oder ist man nicht im Besitze einer Croquirplanchette mit Orientirbouſſole, so macht es große Schwierigkeit, sie in einem dichten Walde in gerader Richtung zu verfolgen, weil man sehr häufig andere Punkte zum Festhalten der Richtung wählen muß. Wer sich nicht sehr vorsieht, geht vielleicht in die Runde und kommt an der Stelle wieder heraus, wo er in den Wald hinein ging. Keinenfalls kann man mit Sicherheit sagen, man werde auf diesem oder jenem Punkte des nächsten Weges (Gestelles) wieder heraus kommen. Deshalb kann dieser Punkt auch erst nach dem Eintreffen auf ihm durch Abschreiten von einem markirten Punkte des Weges, auf dem er liegt, bestimmt, sodann erst jene Durchschnittslinie auf der Tablette ausgezogen und daran die Darstellung des Terrains geknüpft werden. — Doch wir werden später (§. 432. u. f.) über das Croquiren der Unebenheiten des Bodens näher sprechen.

Durch eben solche Durchschnittslinien bestimmt man die Lage einzelner Punkte an kleinen fließenden Gewässern, Gräben ꝛc., die man entweder ihrer dicht verwachsenen Ufer wegen nicht mit dem Meßtische verfolgen kann, oder die zur Aufnahme mit Instrumenten zu unbedeutend sind. Zwischen den hierdurch bestimmten Punkten croquirt man jene Gewässer, so gut es gehen will, da es nur darauf ankommen kann, sie ihrer all-

gemeinen Richtung und ihren Hauptwindungen nach wiederzugeben, oder überhaupt ihre Existenz anzudeuten. Auf die Darstellung bedeutender fließender Gewässer muß indessen allerdings mehr Sorgfalt verwendet werden. Ihre Aufnahme wird in der Regel durch Hülfe von Ordinaten und Abcissen bewirkt, was um so leichter ist, als sie meistentheils von Wiesen, Wegen oder Waldblößen begleitet sind.

### 6. Die Aufnahme von großen Brüchern, Sümpfen ꝛc.

Wie sie bewirkt wird u. was dabei besonders zu beachten ist.

§. 426. Die Aufnahme großer Brücher, sie mögen mit Bäumen oder Gebüsch bewachsen, zum Theil oder ganz unbedeckt sein, geschieht ganz auf dieselbe Weise, wie die der Wälder. Man bestimmt vornehmlich ihre Ränder, dabei durch Schnitte einzelne Punkte auf den Dämmen, um später als Stützpunkte benutzt werden zu können, arbeitet auf den Dämmen, indem man sie mit Instrumenten aufnimmt, durch das Bruch hindurch, legt von ihnen, wie von den Rändern aus, die Richtung einzelner Abzugsgräben, durch Schnitte rechts und links möglichst viel einzelne Punkte an den kleinen Laachen, Dümpeln, das Bruch durchziehenden fließenden Gewässern, Abzugs- und Bewässerungsgräben ꝛc., fest, und zeichnet jene Gewässer und Gräben nach dem Augenmaße ein. Da Brücher nur auf Dämmen von Truppen betreten werden können, so ist es für militairische Zwecke ganz gleichgiltig, ob sie von fließenden Gewässern in großen oder kleinen Krümmungen, in ihrer Mitte oder mehr gegen die Ränder hin, durchzogen werden. Es genügt daher vollkommen, wenn die Lage und der Zug jener Gewässer nur ganz im Allgemeinen und der Grad der Hemmungen angedeutet ist, welchen das Bruch überhaupt militairischen Unternehmungen entgegensetzt.

Nehmen indessen an sich schon militairisch wichtige schiffbare Flüsse oder Canäle ihren Lauf durch Brücher oder Sümpfe, so müssen sie mit Instrumenten genau aufgenommen werden. Dies kann um so eher geschehen, als sie in der Regel entweder von Dämmen oder von Leinpfaden begleitet sind, auf welchen man festen Fuß fassen kann.

Die Aufnahme der Dämme und Brücken, die als Defilee'n vom größten militairischen Interesse sind, muß mit der größten Sorgfalt ausgeführt werden. Ohne ihr Vorhandensein würde keine Communication des einen mit dem andern Bruchufer Statt finden. In der Zeichnung muß ihre Breite, Bauart

und

und Beschaffenheit, ob sie Stein-, Knüppel- oder Erddämme, Allee'n, nur hin und wieder mit Bäumen besetzt, oder so von Strauchwerk umgeben sind, daß man vom Bruchrande aus nicht wahrnehmen kann, ob Truppen sie passiren, ausgedrückt werden. Hieraus läßt sich beurtheilen, ob sie für einen Uebergang im Angesichte des Feindes günstig oder nachtheilig sind, oder welches Defilee von Infanterie und welches von Cavallerie oder Artillerie überschritten werden kann. — Wird ein Manual neben der Vermessung geführt, so muß darin alles hierauf Bezügliche näher angegeben, und durch Bemerkungen und Urtheile erläutert werden.

Von fast nicht minderer Wichtigkeit ist es, zu wissen, ob die Anwohner sich durch ein Bruch über einzelne trockne Stellen, oder vermittelst schmaler, aus der Ferne nicht sichtbarer Erddämme und Stege, Fuß- und Reitwege gebahnt haben. Wo sich dergleichen vorfinden, müssen sie sorgsam verzeichnet werden, denn ihre Benutzung kann im Partheigänger- wie im großen Kriege von unberechenbaren Folgen sein.

### 7. Die Aufnahme der Unebenheiten des Bodens.

§. 427. Die Aufnahme der Unebenheiten des Bodens ist eins der mühevollsten und schwierigsten Geschäfte bei einer militairischen Vermessung. Daher findet man selbst in sonst correcten und schön gezeichneten Aufnahmen die größten Fehler in der Terraindarstellung, und in minder sorgsamen die Erhebungen und Vertiefungen des Bodens in einer Weise gezeichnet, daß sie den Gesetzen der Natur Hohn zu sprechen scheinen, indem Bäche bergauf fließen; Schluchten steigen, statt fallen; Kuppen, von denen aus sich Bergrücken erstrecken, viel niedriger sind als die letzteren an ihren Ausläufen; Berge, die sich über Ebenen erheben, je nachdem man sie von einer oder der andern Seite betrachtet, sehr verschiedene Höhen haben, u. s. w. — Allerdings begeht, wenn große Strecken in kurzer Zeit aufgenommen werden sollen, auch wohl der geübteste und talentvollste Aufnehmer hin und wieder einen Fehler, allein wer über die Art und Weise, wie die Aufnahme der Unebenheiten bewirkt werden muß, über den Zusammenhang des Terrains und die Theorie der Bergzeichnung mit sich im Klaren ist, kann niemals Widernatürlichkeiten, wie die erwähnten, in seinem Plane darstellen. Daß aber die wenigsten Aufnehmer auf dem sichern Fundament einer gründlichen theoretischen Ausbildung stehen, ist weniger ihre Schuld, als die des ihnen in

Vorbemerkung.

der Regel, ohne Bezugnahme auf die Terrainlehre, ertheilten Unterrichts, und der Lehrbücher über das militairische Aufnehmen, welche entweder gerade diesen schwierigen Gegenstand sehr flüchtig, in ganz allgemeinen Zügen, behandeln, oder neben manchem practisch Anwendbaren, so viel Widersprüche enthalten, daß es für einen Anfänger höchst schwierig ist, sich aus denselben herauszuwickeln. Gewiß zwei Drittheile der zu einer militairisch-geodätischen Vermessung neu commandirten Officiere befinden sich, wenn sie an die Aufnahme eines Bergterrains schreiten sollen, in großer Verlegenheit. Sie wissen nicht, wie sie das Ding angreifen sollen. Ich spreche aus schmerzlicher Erfahrung. Auch mir ging es anfänglich so, obwohl ich mich mit gedruckten Rathgebern reichlich ausgerüstet und gelesen hatte, was ich über diesen Gegenstand nur zu Gesicht bekommen konnte; so manchen meiner Cameraden habe ich später aus ähnlicher Verlegenheit befreit. Finden sie keinen Rathgeber, oder wollen sie sich kein Dementi geben, so bleibt ihnen nichts anderes übrig, als auf gut Glück die Arbeit zu beginnen, aus Fehlgriffen Belehrung zu ziehen und sich im Laufe der Vermessung erst eine Methode zur Bergaufnahme zu erfinden. Daß unter solchen Umständen ihre ersten Arbeiten sehr mangelhaft und bei den weniger Begabten voller Fehler der gröbsten Art sein müssen, leuchtet ein.

Wer Terrainunebenheiten richtig aufnehmen und croquiren will, muß die Theorie des Bergzeichnens vollkommen inne haben, und den Zusammenhang und die Wechselwirkung kennen, in welchen die Höhen und Vertiefungen mit und zu einander stehen. Dies ist unerläßliche Bedingung und hat uns veranlaßt, im ersten Abschnitte dieses Werkes die Darstellung der Unebenheiten des Bodens so ausführlich zu behandeln und im zweiten die Grundzüge der Terrainlehre in dieser Beziehung beizubringen. Wer das dort Gesagte richtig aufgefaßt und sich zu eigen gemacht hat, dem wird es nicht schwer fallen, einzusehen, daß in der Darstellung von Berg und Thal durchaus nichts, selbst nicht die Form, Lage und Richtung eines Striches, willkürlich, sondern Alles nach mathematisch sicheren Gesetzen bestimmt ist, und daß eine Abweichung von jenen Regeln so viel heißt, als auf ein naturgetreues Bild zu verzichten. Er wird ferner begreifen, wie die Darstellung des Höhenterrains nur allein durch eine richtige In-Grund-Legung der Horizontalen bewirkt werden kann, und wie daher bei der Vermessung Alles darauf ankommt, die Punkte entweder auf practischem

oder theoretischem Wege zu ermitteln, welche gleich hoch liegen, um durch ihre Bestimmung in der Zeichnung Stützpunkte zur Festlegung der Horizontalen zu gewinnen.

Bestimmung u. Aufnahme der Horizontalen mit dem Meßtische.

§. 428. Eine vollkommen genaue In-Grund-Legung der Horizontalen kann nur mit Hilfe von Meßinstrumenten geschehen, von denen wieder der Meßtisch das bequemste ist. Man stelle denselben auf den höchsten Punkt des aufzunehmenden Hügels (Berges), A, Fig. 230, und bestimme durch Rückwärtseinschneiden ꝛc. die Lage des Stationsortes auf der Tablette. Hierauf nehme man die krumme in sich zurücklaufende Begrenzungslinie seiner Kuppe (seines Plateau's) in der Weise auf, wie irgend eine andere Figur, in deren Mitte man steht (§. 417.); errichte an der Stelle des Meßtisches eine Meßfahne, und gehe den Bergabhang, die Schritte zählend, eine beliebige Strecke oder bis zu dem Punkt, C, hinab, durch welchen man die erste Horizontale legen will. Ein wenig unterhalb dieses Punktes stelle man das Instrument mit der größten Sorgfalt horizontal auf, orientire es nach der Orientirbouſſole, stecke in den vorhin gefundenen Kuppenpunkt, a, eine Stationsnadel, lege das Diopterlineal daran, visire nach der Meßfahne, A, ziehe die Visirlinie rückwärts, und trage auf diese nach dem verjüngten Maßstabe die gemessene Entfernung AC von a nach c.*) Nun lege man das Diopterlineal so auf die Tablette, daß es auf der Kante liegt, und mithin sowohl die Spalte des Okular- als das Haar des Objectivdiopters eine horizontale Lage erhält,**) visire durch das Instrument vorwärts in der Richtung auf die Fahne in A, so wird das Haar des Objectivdiopters scheinbar einen Punkt, C, am Bergabhange schneiden, der mit

*) Wer keine gute Orientirbouſſole hat, lasse von A aus in C eine Meßfahne errichten, ziehe in der Richtung auf diese die Visirlinie a c und orientire, in C angekommen, den Meßtisch durch Rücksicht nach dem verlassenen Standorte. Aehnlich verfährt man bei jeder neuen Stationirung.

**) Ist das Diopterlineal ein Lehmannsches, daher mit Augenlöchern im Okular- und mit einem Schieber am Objectivdiopter versehen, so ist nicht nöthig, daß es auf die Kante gelegt wird; denn ist das horizontale Haar des Schiebers auf den Theilstrich 0, 50 oder 100 der Theilung zur Bestimmung von Höhen gestellt, und wird durch die correspondirenden Augenlöcher des Okulardiopters visirt, so verfolgt der Visirstrahl, vorausgesetzt, daß der Meßtisch wagerecht steht, eine horizontale Richtung, und das Haar des Schiebers schneidet den gesuchten Punkt scheinbar am Bergabhange ab.

der jetzt horizontalen Diopterebene in einerlei Horizontale oder in gleicher relativer Höhe liegt. In diesem Höhenpunkt lasse man durch einen Gehilfen im Alignement auf die Fahne in A einen Markirpfahl in den Boden treiben, wende nächstdem das Diopterlineal rechts, dann links, und lasse auch zur Seite des Standortes, in B und D, wo das Haar scheinbar den Abhang schneidet, in der horizontalen Visirebene Markirpfähle in die Erde stecken. Ist dies geschehen, so richte man das Diopterlineal wieder senkrecht auf, visire nach den Markirpfählen in B und D, ziehe die Visirlinien, messe die Entfernungen CB, CD und die des Standortes von dem im Alignement auf A in C′ stehenden Markirpfahle, während der Meßtisch nach D oder B transportirt wird, und trage jene Entfernungen nach dem verjüngten Maßstabe auf die betreffenden Visirlinien von c nach b, d und c′, wodurch auf der Tablette 3 Punkte bestimmt werden, die in einerlei Horizontale liegen. Sodann stelle man den Meßtisch im Alignement von AD, so tief unter dem mit einem Markirpfahl bezeichneten Punkt, D, in D′, auf, daß die vollkommen wagerecht gestellte Tablette mit jenem Punkte in einerlei relativen Höhe (Horizontale) liegt, orientire den Meßtisch, messe die Entfernung DD′, trage sie nach dem verjüngten Maßstabe von d nach d′, lege das Diopterlineal auf die Kante, visire durch dasselbe nach der Seite des Abhanges, nach welcher man herum arbeiten will, lasse durch einen Gehilfen in dem scheinbar vom Haar des Objectivdiopters geschnittenen Punkte, E, des Abhanges einen Markirpfahl errichten, stelle die Diopter senkrecht auf, visire von d′ nach E, ziehe die Visirlinie, messe die Entfernung D′E und trage sie nach dem verjüngten Maßstabe von d′ nach e. Hat man sich in E überzeugt, daß von dort aus der Markirpfahl in B zu sehen ist, so ist die Aufnahme der ersten Horizontale vollendet, und es dürfen nur noch die auf der Tablette gefundenen, gleich hoch oder in einerlei Horizontalebene liegenden Punkte, b, c′, d und e, den gebogenen Flächen der Bergabfälle gemäß, durch eine krumme, in sich zurücklaufende Linie nach dem Augenmaße verbunden werden, um jene Horizontale bildlich darzustellen. Kann man von E aus nicht den Markirpfahl in B sehen, oder will man sich von der Richtigkeit seiner Arbeit überzeugen, so läßt man den Meßtisch unterhalb E gerade so, wie vorher in D′, aufstellen, und wiederholt das frühere Verfahren. Schneidet das Haar des Objectivdiopters scheinbar den Markirpfahl in B, so ist die Arbeit richtig. Ist dies nicht

der Fall, und findet eine so bedeutende Abweichung Statt, daß man sie nicht passiren lassen kann, so wird von C über B und E nach D ꝛc. die Arbeit noch einmal gemacht und so weit fortgeführt, bis der Fehler gefunden und rectificirt ist. — Hat ein Berg einen sehr großen Umfang, oder ist vielmehr die festzulegende Horizontale sehr lang, so thut man zur Vermeidung bedeutender Fehler wohl, zum Theil links, zum Theil rechts um die Höhe herum, wie bei Aufnahme von Figuren, zu arbeiten.

Ist die erste Horizontale in Grund gelegt, so geht man in einer angemessenen Entfernung von derselben, z. B. in N, sofort zur Bestimmung der zweiten, hierauf der dritten, vierten ꝛc. Horizontale über, bis man endlich den Fuß des Berges erreicht, denselben auf der Tablette bestimmt und alle zu seiner Darstellung nöthigen Hilfslinien ꝛc. verzeichnet hat. — Kommt man bei Bestimmung der Horizontalen, z. B. der von FG, an eine Stelle, G, wo der aufzunehmende Berg mit einem zweiten in Verbindung steht, so geht man in derselben Horizontalebene, GH, auch um den zweiten und, steht dieser wieder mit anderen in Verbindung, auch um diese Berge herum, bis man endlich zu dem Punkte zurückkommt, von dem man ausging, oder die Arbeit, weil sie zu weit führen würde, abbrechen muß. — Hierauf legt man um die letzteren Berge, deren Kuppen jedoch vorher auf der Tablette bestimmt sein müssen, die Horizontalen, JK und LM, fest, die über der bereits gelegten, GH, noch etwa nöthig werden.

Während der Aufnahme der Horizontalen mißt man zugleich die Neigungswinkel der Gehänge mit dem Schienertschen oder Schmalkalderschen Böschungsmesser (§. 224. und 226.) und schreibt die Gradzahl an den betreffenden Orten zwischen die Horizontalen.

Obwohl es an sich ziemlich gleichgültig ist, wie weit die Horizontalen von einander und wohin sie zu liegen kommen, wenn nur die Form des Berges durch sie vollständig wiedergegeben wird, so dürfen doch ihre Abstände von einander nicht zu groß sein, weil dadurch im Verfolg der Arbeit Unbequemlichkeiten entstehen können. Dort, wo ein häufiger Wechsel der Gradationen und Formen der Gehänge eintritt, müssen sie nothwendig einander viel näher gelegt werden, als dort, wo die Gehänge sich stetig neigen. Gern läßt man sie auf der Grenze verschieden geneigter Flächen der Abhänge fortlaufen. Letzteres wird indessen nur an einzelnen Stellen zu bewirken sein, weil die Terrainerhöhungen eben so wenig auf allen Sei-

ten gleichmäßig abfallen, als eine Veränderung der Böschungswinkel in horizontaler Richtung eintritt. Während also die Horizontalen auf der einen Bergseite verschiedene Böschungswinkel trennen, werden auf der anderen Bergseite vielleicht zwischen denselben Horizontalen verschiedene Gradationen vorkommen. Will man sehr genau zu Werke gehen, und tritt der Böschungswechsel in horizontaler Richtung ein, so legt man zwischen die Hauptthorizontalen, auf den Grenzen verschiedener Neigungswinkel, Zwischenhorizontalen, entweder nach dem Augenmaße oder auch wohl mit dem Meßtische. Letzteres würde aber, ohne großen Gewinn für die Genauigkeit, die an sich schon mühsame und langwierige Arbeit noch um Vieles mühevoller und zeitraubender machen.

Bestimmung der Lage der Horizontalen mit Nivellirinstrumenten.

§. 429. Auf gleiche Weise, wie mit dem Meßtische und Diopterlineal, läßt sich auch die Lage der Horizontalen auf dem Terrain mit Hilfe von Nivellirinstrumenten, ja selbst mit dem Schmalkalderschen Höhen- oder Böschungsmesser bestimmen und abstecken, oder aber nöthigenfalls traciren. Die Nivellirinstrumente werden auf gleiche Weise wie der Meßtisch aufgestellt; den Schmalkalderschen Höhenmesser hält man aber während der Operation in der Hand, und zwar so, daß der Faden des Objectivdiopters, wenn man am Abhange die Punkte bestimmt, durch welche die Horizontalen gehen, am Limbus scheinbar 0° abschneidet. Die Lage der auf diese Weise bestimmten Horizontalen kann aber nicht sogleich, sondern nur dann erst auf die Tablette gezeichnet werden, wenn die Bergkuppe in Grund gelegt und der directe Abstand der Horizontalen von dieser und von einander ermittelt ist. Dies geschieht, indem man, vom Standorte in der Mitte der Kuppe aus, radienartig Alignements annimmt, auf der Tablette auszieht, in ihnen den Abstand der Horizontalen vom Standorte bis zum Fuße des Berges hinab mißt, nach dem verjüngten Maßstabe verhältnißmäßig auf die betreffenden Visirlinien trägt, und die hierdurch auf der Tablette gefundenen Punkte einerlei Höhe durch eine, den Horizontalprofilen des Berges entsprechende, krumme Linie verbindet. Damit hierbei keine Irrungen entstehen und die in einerlei Horizontalebene liegenden Punkte auf der Tablette beim ersten Blicke zu erkennen sind, werden sie sogleich beim Auftragen mit einerlei Nummer bezeichnet. Also alle in der ersten Horizontale liegenden Punkte mit Nr. 1, die der zweiten Horizontale mit 2, ꝛc. Diese Nummern müssen jedoch nach Darstellung der Horizon-

talen sorgsam weggelöscht werden und den Zahlen Platz machen, welche die Neigungswinkel der verschiedenen Bergschichten bezeichnen, weil sie sonst selbst Irrungen veranlassen könnten.

Beurtheil. der Bestimmung u. Aufnahme d. Horizontalen mit Hilfe von Meß- od. Nivellirinstrumenten.

§. 430. Durch die vorbeschriebenen Methoden der Bestimmung und In-Grund-Legung der Horizontalen wird der Aufnehmer zwar in den Stand gesetzt, ein bis in das kleinste Detail naturgetreues Bild der Unebenheiten des Bodens zu liefern, allein da sie in ganz flachem Terrain kaum, in hügligem schwierig in Anwendung zu bringen sind und dann außerordentlich viel Zeit rauben, so können sie auch bei größeren militärisch-geodätischen Vermessungen, die schnell ausgeführt werden müssen, keineswegs benutzt und höchstens nur dort practisch in Ausübung gebracht werden, wo ein genaues Nivellement des Terrains, wie z. B. bei Anlegung permanenter Befestigungswerke, durchaus erforderlich und die Zeit zur Aufnahme nicht beschränkt ist. Um einen anschaulichen Begriff zu erhalten, welche Zeit die Aufnahme eines hügligen Terrains nach diesen Methoden kosten würde, verfolge man in Figur 232 nur die mit AB bezeichnete Horizontale. Welchen Umfang schließt sie ein? Wie viel Zeit würde dazu erforderlich sein, sie und die auf diesem Terrain über ihr liegenden Horizontalen festzulegen? Um wie viel größer müßte aber in einem ganz flachen Terrain ihr Umfang werden?! —

Dieses großen Mangels ungeachtet haben beide Methoden doch einen sehr großen Werth. Sie sind die Basis jeder genauen Terrainaufnahme, und Jeder, welcher Höhenterrain richtig aufnehmen lernen will, muß sie practisch ausgeführt haben. Wählt der Aufnehmer hierzu einen markirten, über eine hohe Basis sich erhebenden kegelförmigen Hügel, vergleicht er, sobald dessen Aufnahme durch Zeichnung der Horizontalen vollendet ist, sorgfältig die Zeichnung mit dem Terrain, sucht er sich eine klare Anschauung von der Form des Berges und seiner Gehänge nach den Horizontalen, und umgekehrt nach der Form des Berges von der Lage und Gestalt der Horizontalen auf dem Terrain und in der Zeichnung zu verschaffen, versucht er hierauf nach einigen Tagen, den mit Instrumenten aufgenommenen Berg auf die im nachstehenden §. beschriebene Weise zu croquiren, vergleicht er dann das Croquis mit der genauen Zeichnung, giebt er sich, wenn Differenzen vorkommen sollten, Rechenschaft, wodurch sie im Croquis verschuldet sind, und wiederholt er jenen Versuch, indem er nun einen andern Hügel zuerst croquirt, und dann dessen Horizontalen mit Instrumen-

ten festlegt und aufnimmt, so wird sein Auge bald geübt werden, ohne vorheriges Abstecken der Horizontalen die Richtungslinie derselben, wenigstens im stark markirten Terrain, nach dem Böschungswinkel zu bestimmen und richtig zu zeichnen. Wer dieser Uebung sich ernstlich unterzogen, wird viel weniger Gefahr laufen, Terrainunmöglichkeiten zu zeichnen, und seine Mühe hinreichend belohnt finden.

Die Unebenheiten des Terrains werden bei militair. Vermess. nur croquirt.

§. 431. Bei militairisch-geodätischen Vermessungen, bei denen Schnelligkeit eine so große Rolle spielt, können die Unebenheiten des Bodens, wenn die Lage der bedeutenden Mehrzahl der Kuppen, Hauptwasserfurchen, Schluchten ꝛc. mit Hilfe von Instrumenten festgelegt ist, nur croquirt, und bei ganz flüchtigen Aufnahmen nach dem Augenmaße auch selbst die Kuppen, Wasserfurchen, Schluchten ꝛc. nur allein entweder durch Abschreiten oder lediglich durch Schätzung, ihrer Lage und Richtung nach, in der Zeichnung bestimmt werden. — Wir müssen daher auch hier wieder mehrere Fälle unterscheiden.

1. Sorgsames Croquiren der Terrain-Unebenheiten mit Hilfe von Instrument.

§. 432. — 1. Soll die Aufnahme der Unebenheiten des Bodens sehr sorgsam geschehen, so kann ähnlich verfahren werden, wie bei der Aufnahme eines Hügels, dessen Horizontalen bereits mit Nivellirinstrumenten abgesteckt sind (§. 429.). Der Meßtisch wird auf den höchsten Punkt des aufzunehmenden Berges (Hügels) gestellt, und dessen Lage auf der Tablette, z. B. in a, Fig. 231, bestimmt. Hierauf zieht man zur Aufnahme der den Fuß des Berges begrenzenden Wasserfurchen (Fußlinie), gerade so, als ob man in der Mitte einer aufzunehmenden Figur stände (§. 417.), eine hinreichende Anzahl von Visirlinien, z. B. a b, a c, a d, a e und a f, und bemerkt sich am Horizont oder durch ausgestellte Meßfahnen die Punkte, in deren Richtungen die Alignements angenommen sind, schreitet in letzteren die Entfernungen bis zur Fußlinie des Berges ab,*) mißt dabei zugleich die Böschungswinkel und notirt sich in dem bei dieser Gelegenheit ganz flüchtig entworfenen Croquis mit Zahlen den Abstand der Punkte von dem Stand-

*) Wollte man sehr genau sein, so müßte die auf einer schiefen Fläche abgeschrittene Entfernung noch mit Hilfe des Böschungsmaßstabes auf den Horizont reducirt werden. Allein die Differenz zwischen der Hypothenuse, die abgeschritten wird, und der Kathete, die man messen will, ist bei diesen kleinen Entfernungen und den gewöhnlich geringen Böschungswinkeln höchst unbedeutend, ja selten auftragbar, und kann daher in der Regel füglich unbeachtet bleiben.

orte des Meßtisches, in welchen ein Gradationswechsel eintritt. Ist dies in allen festgelegten Richtungen geschehen, so kehrt man zum Meßtische zurück, und zeichnet zuerst, nach den im flüchtigen Croquis enthaltenen Zahlenangaben, den Fuß des Berges im verjüngten Maßstabe auf die Tablette, trägt sodann die Punkte, in welchen ein Gradationswechsel eintritt, nach ihrem Abstande vom Standorte des Meßtisches auf die betreffenden Visirlinien, und führt nun erst nach Anleitung der Theorie der Bergzeichnung und der im §. 76. gegebenen Verhältnißzahlen die Horizontalen aus. — Dies kann auf folgende Weise geschehen.

Gesetzt, die Kuppe reichte in der Richtung von a b 30*, von a c 40*, von a d 20*, von a e 30* und endlich in der Richtung von a f 45 Schritt, so würde man diese Entfernungen von a aus auf die betreffenden Visirlinien tragen, hierdurch die Punkte g, h, i, k und l bestimmen, sie durch eine krumme in sich zurücklaufende Linie, der Form der Bergkuppe gemäß, verbinden, und dadurch die Horizontale der Kuppe erhalten.

Fällt das Terrain von g bis b unter $2\frac{1}{2}°$, von h bis c unter 5°, von i bis d unter $2\frac{1}{2}°$, von k bis e unter 10° und endlich von l bis f unter $2\frac{1}{2}°$, so nehme man, zur Bestimmung der Punkte, durch welche die erste Horizontale gehen muß, die Entfernung i d, als die geringste bis zur Fußlinie des Berges, in den Zirkel und trage sie von der Horizontale für die Kuppe auf die Visirlinien, in deren Richtung der Berg unter eben diesem Winkel abfällt, also von l nach m und von g nach n. Auf den steiler sich neigenden Abdachungen des Berges müssen die Horizontalen, wie bekannt, einander näher liegen, als auf den flacheren; es müssen daher auch in den Visirlinien a c und a e Punkte gesucht werden, welche der Horizontale für die Kuppe näher liegen als d, m und n, aber einen dem Grade des Böschungswinkels und der Höhe der Bergschicht angemessenen Abstand haben. Nun wissen wir aus §. 76., daß sich die Projection eines Abhanges von $2\frac{1}{2}°$ zu der von 5° und zu 10° verhält wie $2 : 1 : \frac{1}{2} = 1 : \frac{1}{2} : \frac{1}{4}$. Daher wird auch $\frac{1}{2}$ i d von h nach o und $\frac{1}{4}$ i d von k nach p getragen werden müssen. Verbindet man endlich die hierdurch gefundenen gleich hoch liegenden Punkte d, p, m, n und o mit einander durch eine der Form des Berges gemäße krumme Linie, so erhält man durch diese die Lage der ersten Horizontale auf der Bildfläche bestimmt.

Hierauf nehme man zur Bestimmung der zweiten Horizontale die Entfernung n b, als die nächste bis zur Fußlinie des Berges, in den Zirkel, trage sie, aus denselben Gründen wie vorher i d, von m nach q, dann, wegen des Böschungswinkels von 5° im Alignement a c, ½ b n von o nach r, endlich wegen des Neigungswinkels von 10° in der Richtung a e, ½ b n von p nach s, verbinde die hierdurch gefundenen Punkte durch eine, dem Horizontalprofil des Berges gemäße, krumme Linie und führe diese bis zur Wasserfurche d e und d c, im Verhältniß des zu- oder abnehmenden Böschungswinkels sich entweder der ersten Horizontale nähernd oder von derselben entfernend, weiter fort, so erhält man dadurch auch die Lage der zweiten Horizontale in der Zeichnung bestimmt.

Ist der Raum zwischen q und f, wie zwischen r und c, so groß, daß auf demselben noch eine Horizontale gezeichnet werden muß, so halbire man q f in u, trage ½ q u von r nach x, ½ q u von s nach v, weil hier der Abhang sich unter 5 und 10° senkt, und ziehe, wenn im Böschungswinkel keine Veränderung vorgegangen ist, analog der beiden zunächst über diesen Punkten gelegenen Horizontalen eine krumme Linie von w über v und u nach t, wie von y über x nach z, so wird diese die dritte Horizontale darstellen.

Werfen wir jetzt einen Blick auf die in vorbeschriebener Weise vollendete und durch Zeichnung dargestellte Projection des angenommenen Berges, so ergiebt sich aus der Zeichnung, daß in seiner Begrenzung die Punkte d und b nächst der Kuppe am höchsten, die Punkte f und c aber am tiefsten liegen, mithin der aufgenommene Berg ein Theil eines Höhenrückens sein muß, der in der Richtung von d über a nach b streicht. —

Ist die Messung der Entfernungen und Böschungswinkel genau geschehen, so kann von einer Differenz zwischen einer auf diese Weise bewirkten Aufnahme der Unebenheiten des Terrains und einer genauen durch Festlegung und Aufnahme der Horizontalen mit Meßinstrumenten, kaum die Rede sein, indem es für die Darstellung ganz gleichgiltig ist, ob die Horizontalen richtig auf dem Terrain abgesteckt und dann erst aufgenommen, oder ob sie nicht abgesteckt und bei Aufnahme des Berges, den Neigungswinkeln seiner Abhänge gemäß, mit Hilfe der bekannten Verhältnißzahlen gleich richtig auf die Bildfläche gezeichnet werden, da die Basis beider Verfahrungsarten genau ein und dieselbe ist. Die letztere Methode ist nur als eine Abkürzung oder Abstraction der ersteren anzusehen, und, da sie

bei ausreichender Zeit überall anwendbar ist, für den practischen Gebrauch von hohem Werth.

Sollte die Aufnahme des Höhenrückens, von dem der bereits in Grund gelegte Hügel nur ein Theil ist, weiter fortgesetzt werden, so würde zuvörderst auf der Bildfläche die Lage des nächsten Kuppenpunktes in a bestimmt, der Meßtisch auf der Kuppe horizontal und orientirt aufgestellt und mit Hilfe der Alignements a d, a b, a c, a d, a e und a f, die Fußlinie d c b e d e f des Berges wie vorher, und, indem man im Alignement a f fortschreitet, durch die Ordinaten f g und a ξ λ die Krümmung des abfallenden Rückens d q ξ f und der Wasserfurche d e λ f festgelegt werden müssen. Die abfallenden Rücken deutet man in der Aufnahme durch gerissene, die Wasserfurchen durch fein geschlängelte Linien an. — Im Hinabschreiten bis zum Fuße des Berges mißt man auch jetzt wieder die Böschungswinkel der Gehänge, und bemerkt sich auf dem hierbei entworfenen ganz flüchtigen Croquis die Punkte, wo die Kuppe aufhört und an denen ein Wechsel im Böschungswinkel eintritt, nach ihrem Abstande vom höchsten Punkte, a, mit Zahlen.

Gesetzt, es sei die Horizontale der Kuppe, hiklmn, bereits eingezeichnet und gefunden, daß der abfallende Rücken, h g f, von h bis o sich unter $2\frac{1}{2}°$, von o bis f unter 1° neigte, der Abhang f d unter $2\frac{1}{2}°$, l b von l bis p unter 5°, von p bis b aber unter $2\frac{1}{2}°$, der Abhang m d nur zu $2\frac{1}{2}°$ und endlich die Abhänge m c und h e unter 3° abfielen, so würde man zur Bestimmung der Lage der ersten Horizontale zunächst die Entfernung f d, als die geringste bis zur Fußlinie des Berges, in den Zirkel fassen, und sie von der Horizontale für die Kuppe in den Richtungen, in welchen der Berg unter $2\frac{1}{2}°$ abfällt, auf die betreffenden Rücken- und Visirlinien tragen, also von h nach q und von m nach r. In der Richtung von a b aber, wo der Abfall sich unter 5° bis p senkt, würde $\frac{1}{2}$ f d von l nach s getragen werden müssen, weil die Projection eines Abhanges von $2\frac{1}{2}°$ zu der von 5° sich verhält, wie 2 : 1 = 1 : $\frac{1}{2}$. Durch die Punkte d, q, r und s ist sodann die Lage der ersten Horizontale hinlänglich bestimmt, und kann sogleich durch eine der Form des Horizontalprofils angemessene krumme Linie, welche die angemerkten Punkte mit einander verbindet, eingezeichnet werden. In den Alignements m c und h e, in welchen sich die Gehänge unter 3° neigen, müssen die Horizontalen näher an einander liegen

als dort, wo der Berg unter $2\frac{1}{2}°$ abfällt, und im größeren Abstande als dort, wo er zu 5° sich senkt.

Um die zweite Horizontale in Uebereinstimmung mit eben dieser Horizontale des ersten Berges zeichnen zu können, nehme man von der Projection des letzteren die Entfernung m q in den Zirkel, und trage sie im Grundrisse des zweiten Berges in den Richtungen, in welchen dieser, wie jener Berg zwischen m q, zu $2\frac{1}{2}°$ abfällt, auf die betreffenden Rücken- und Visirlinien von q nach t und von r nach u, unbekümmert darum, daß der letztere Punkt über die begrenzende Wasserfurche hinausfällt. Ferner trage man $\frac{1}{2}$ m q von s nach v, weil hier der Berg sich zu 5° neigt. Da nun aber der Punkt v unterhalb p fällt, von wo an der Neigungswinkel sich bis zu $2\frac{1}{2}°$ vermindert, von p bis v Projection 5° für Projection $2\frac{1}{2}°$ aufgetragen ist, so würde hier die zweite Horizontale zu nahe der ersten zu liegen kommen, wenn man sie durch den Punkt v legen wollte. Zur Vermeidung dieses Fehlers fasse man die Entfernung p v in den Zirkel und trage sie, da Projection 5° zu Projection $2\frac{1}{2}$ sich verhält, wie 1 : 2, von v nach w, wodurch p w = 2 p v, so wird der Abstand des Punktes w von s die richtige Entfernung der Horizontalen an dieser Seite des Abhanges angeben. Nachdem nun die Lage der zweiten Horizontale durch die Punkte t, u und w bestimmt ist, so verbinde man diese Punkte unter sich und mit den Endpunkten eben dieser Horizontale des ersten Berges durch eine dem Horizontalprofil des zweiten Berges angemessene krumme Linie und führe den über die Wasserfurche c d e hinausfallenden Theil derselben nicht aus, so wird auch diese Bergschicht richtig in Grund gelegt sein.

Bei Zeichnung der dritten Horizontale verfahre man eben so; nehme die Entfernung q u der Projection des ersten Berges in den Zirkel und trage sie von u nach x, von w nach y und von t nach z. Da nun von t bis o das Terrain zu $2\frac{1}{2}°$ von o abwärts aber zu 1° und darunter abfällt, und Projection $2\frac{1}{2}°$ zu Projection 1° sich verhält, wie 2 : 5 = 1 : $2\frac{1}{2}$, so muß auch o z noch $1\frac{1}{2}$ Mal von z nach ξ getragen werden, wenn hier die Horizontalen die richtige Entfernung von einander erhalten sollen. Verbindet man endlich die gefundenen Punkte, ξ, x und y, mit einander und mit den Endpunkten der dritten Horizontale des ersten Berges vermittelst einer dem Horizontalprofil des zweiten Berges gemäßen krummen Linie; sieht man darauf, daß in den Alignements a m

und a b beide Horizontalen (die 2te und 3te) sich etwas näher liegen als dort, wo der Abhang sich zu $2\frac{1}{2}°$ senkt, und ferner als an den Stellen, wo er sich unter 5° neigt, und führt man die krumme Linie nur innerhalb des von Wasserfurchen begrenzten Raumes dieses Berges aus, so erhält man durch sie auch seine vierte Horizontale bildlich dargestellt.

Will man endlich, der Bequemlichkeit beim Zeichnen wegen, zwischen t und f noch eine Horizontale, $\alpha\beta\gamma$, und zwischen Kuppe und erste Horizontale, oder anderwärts, Zwischenhorizontalen, $\eta\vartheta\tau$ und $\delta\zeta\varepsilon$, legen, so verfährt man ganz so, wie es bereits oben in Bezug auf die Horizontale t u w und im §. 83. gelehrt ist.

Sollte die Aufnahme des Bergrückens, zu dem die beiden durch ihre Horizontalen in Grund gelegten Berge gehören, noch weiter fortgesetzt werden, und wäre daher schon sowohl die Kuppe, $\pi$, als der Fuß des dritten Berges bestimmt, so könnte in unserm Falle leicht die Frage entstehen: wie wird es möglich, die erste Horizontale des letzteren Berges in gleicher Höhe mit einer Horizontale des zweiten Berges zu legen, da die erste Horizontale desselben die beide Berge scheidende Wasserfurche nicht berührt, die zweite Horizontale aber von dieser Wasserfurche geschnitten wird, und daher mit der beide Berge verbindenden Höhenlinie, $\pi$ b a, an keinem Punkt in Berührung tritt? — Sie läßt sich sehr leicht beantworten, da man auf doppeltem Wege und sehr einfach zum Zwecke kommen kann. Es ist indessen keineswegs nothwendig, daß die Horizontalen verschiedener Berge in einerlei Horizontalebenen liegen; ja es kann sogar für die Darstellung eines sehr verwickelten Höhenterrains nachtheilig werden, weil man sich durch jenes Gesetz die Hände bände und die Horizontalen nicht mehr frei auf die für die Darstellung der Bergformen schicklichsten Stellen würde legen können. Erlaubt das Terrain aber jene Anordnung, so gewährt sie den Vortheil, daß das Verhältniß, in dem die relativen Höhen der einzelnen Terrainpunkte zu einander stehen, sich weit schneller und genauer übersehen läßt. Es ist daher gerathen, ihr dort Folge zu leisten, wo es sich irgend thun läßt, ohne die genaue Darstellung der Bergformen zu beeinträchtigen. — Bestimmen wir jetzt nach dieser Anordnung die erste Horizontale des Berges $\pi$.

Der Punkt des die beiden Berge a und $\pi$ verbindenden Rückens $\pi$ b, durch welchen eine in der Horizontalebene r q d s liegende Horizontale gehen soll, muß eben so hoch über dem

Punkt b der Wasserfurche liegen, wie der Punkt x. Man nehme daher b x in den Zirkel und trage, wenn das Terrain von π bis b zu 5° fällt, $\frac{1}{2}$ b x, oder, wenn es sich zu 10° senkt, $\frac{1}{4}$ b x, von b nach μ, da Projection 2½° zu Projection 5° und 10° sich verhält, wie 2 : 1 : $\frac{1}{2}$ = 1 : $\frac{1}{2}$ : $\frac{1}{4}$, dann wird der gefundene Punkt, μ, in einerlei Horizontalebene mit x liegen und alles Uebrige auf die oben beschriebene Weise geschehen können.

Liegt aber die Kuppe π der beide Berge scheidenden Wasserfurche so nahe, und so wenig hoch über derselben, daß die erste Horizontale des dritten Berges in einerlei Horizontalebene mit der zweiten, t u w, des 2ten Berges gelegt werden muß, so ist zu ermitteln, wie tief der Punkt u unter dem Punkt b liegen würde, wenn das Terrain bis dorthin sich senkte, damit durch einen eben so tief am Abhange des 3ten Berges gelegenen Punkt die erste Horizontale desselben geführt werden könne. Um diesen Punkt zu finden, nehme man an, daß der Abhang π b sich noch weiter über b hinaus fortsetze, fasse, wenn er sich unter 5 oder 10° senkt, $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{4}$ u b in den Zirkel und trage dieses Maß von b nach ϱ, so wird ϱ eine gleiche relative Lage mit u haben und der Abstand π ϱ die Entfernung der ersten Horizontale von der Kuppe bei einem Böschungswinkel von 5 oder 10° angeben. In allem Anderen kann, wie es oben angegeben ist, verfahren werden.

Endlich ist noch die Frage zu beantworten: wie man verfährt, wenn die Abhänge eines aufzunehmenden Berges unter Böschungswinkeln abfallen, für die kein Projectionsverhältniß berechnet ist? — Dann kann man für die Böschungswinkel von 2, 4, 9, 14, 19° ꝛc., wie für die von 3, 6, 11, 16, 21° ꝛc., das Projectionsverhältniß der Winkel von 2½, 5, 10, 15, 20° ꝛc., d. h. 2, 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ ꝛc. annehmen, danach die Horizontalen zeichnen und zwischen diese die gemessenen Böschungswinkel schreiben, um beim Auszeichnen den Bergstrichen das richtige Maß der Dicke geben zu können. Sind aber die Böschungswinkel größer, etwa 7 oder 8, 12 oder 13, 17 oder 18, 22 oder 23° ꝛc., so muß man für die Entfernung der Horizontalen von einander das Projectionsverhältniß der Abhänge ungefähr ermitteln, und für Proj. 7 oder 8° $\frac{1}{7}$, für Proj. 12 oder 13° das Mittel von $\frac{1}{8}$ und $\frac{1}{7}$, für Proj. 17 oder 18° das Mittel von $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{4}$ ꝛc. setzen. Theilt man die Differenz zweier neben einander liegenden vom Böschungsmaßstabe abgetragenen Projectionen, z. B. von $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$, in 5 gleiche Theile, so wird

man der Wahrheit sehr nahe kommen, wenn man Proj. 14° = ½ + (⅛ Differenz), Proj. 13° = ½ + (⅜ Differenz), Proj. 12° = ½ + (⅝ Differenz), Proj. 11° = ½ + (⅞ Differenz) setzt; allein zur Ausführung einer solchen Theilung ist in der Regel die Länge des aufzutragenden Projectionsmaßes viel zu klein. Es genügt daher vollständig, wenn man nur ungefähr nach dieser Angabe verfährt. — Mag man zu einer oder der andern dieser Aushilfen seine Zuflucht nehmen, so werden in dem kleinen Maßstabe der militairischen Aufnahmen doch nie so bedeutende Fehler entstehen, daß die Pläne dadurch minder brauchbar oder gar werthlos würden.

Die Darstellung der Unebenheiten des Bodens auf die vorbeschriebene Weise ist, wenn auch mühsam, so doch mit durchaus keiner Schwierigkeit verknüpft und die Grundlage eines jeden richtigen Croquirens von Bergterrain. Sie geht, wenn man nur erst einige Uebung darin erlangt hat, die Berge und Hügel keine sehr großen Grundflächen haben und nicht sehr lange Alignements abgeschritten werden müssen, ziemlich schnell von Statten, ist überall anwendbar, wo man die Abhänge hinunter schreiten kann, und giebt ein sehr treues Bild von der Terraingestaltung, aber sie verlangt, daß man sich entweder auf jeder einzelnen, oder doch wenigstens auf Kuppe um Kuppe aufstelle, und von dort aus seine Operationen beginne. Dies ist indessen eine sehr lästige Bedingung. Es fragt sich daher: ob man sich bei militairischen Aufnahmen von derselben frei machen, und diese Methode so modificiren könne, daß sie schneller zum Zwecke führt? Allerdings ist es, wie wir gleich sehen werden, möglich, sobald man mit der Aufnahme des Höhenterrains vertrauter geworden. Und das wird man sehr bald, wenn man nach vorstehenden Regeln erst einzelne Berge, dann Bergrücken und Hügelland aufnimmt, das in Horizontalen gelegte Bild mit dem aufgenommenen Terrain sorgfältig vergleicht, und sich Rechenschaft von allem dabei Bemerkenswerthen giebt. Wie von einem Zauber entbunden, wird der militairische Aufnehmer schon nach einigen Versuchen das Terrain mit ganz anderen Augen wie früher ansehen, seinen Charakter richtig zu würdigen und, wo die Horizontalen über dasselbe weglaufen, fast fehlerfrei zu beurtheilen verstehen. In Kurzem werden seine Augen und Finger sich an eine richtige Darstellungsweise gewöhnen, und bald wird er darin eine solche Fertigkeit und Gewöhnung erlangen, daß es ihm unmöglich ist, Terrainwidernatürlichkeiten zu zeichnen.

2. Flüchtiges Croquiren v. Bergterrain.

a. Mit Hülfe von Meßinstrumenten.

§. 433. — 2. Bei größeren militairisch-topographischen Vermessungen bestimmt man während der Aufnahme von Wegen, Wiesen, Bächen ꝛc. die Lage der Kuppen durch Vorwärtsabschneiden, Alignements und Seitwärtsabschneiden oder Abschreiten ꝛc., den Fuß der Terrainerhöhungen, den Zug der Wasserfurchen und Höhenrücken, ihrer Seitenäste, die höchste Linie der abfallenden Rücken gekrümmter Bergflächen u. s. w., allmälig, und wie es am wenigsten Zeit raubt, auf der Tablette. Ermittelt man ebenso beiläufig mit einem Böschungsmesser die Neigungswinkel der Rücken und Gehänge, mißt oder schätzt man den Abstand der Stellen, an welchen ein Gradationswechsel eintritt, von Kuppen oder Wasserfurchen, und schreibt man auf die betreffenden Stellen die Zahlen der Böschungswinkel, so allmälig ein, als man zu ihnen kommt, und wie es in Fig. 232 auf dem Terrainabschnitt GHIKL angedeutet ist, so erhält man endlich ein Netz, wie es in eben dieser Figur zwischen C, D, E und F dargestellt ist, in diesem den Raum begrenzt, den eine jede Terrainerhöhung einnimmt, und, wenn auch nicht ganz so genau, wie im vorigen Falle, so doch alle Bestimmungen, die zur Zeichnung der Horizontalen erforderlich sind, und kann dann die letzteren, wenn man es für nöthig erachtet, ganz auf die im vorstehenden §. dargestellte Weise auf der Bildfläche ausführen. Das Letztere darf indessen nicht erst nach der Heimkehr von der Feldarbeit, wie es flüchtige Arbeiter wohl zu thun pflegen, sondern muß vielmehr gleich auf dem Felde, an Ort und Stelle, geschehen, damit man dabei, und namentlich in zweifelhaften Fällen, wenn irgend eine Angabe fehlt oder nicht genügt, das Terrain selbst zu Rathe ziehen, sich durch dessen Anschauung belehren und seine Form genau wiedergeben kann. Läßt sich auch allerdings die Lage der Horizontalen durch mehrere auf der Tablette festgelegte Punkte im Allgemeinen richtig bestimmen, so sind doch zwischen diesen Punkten viele Variationen in der Form und Lage der die Horizontalen darstellenden krummen Linien möglich, weil nur die Richtung einer krummen Linie, nämlich des Kreises, durch 3 Punkte fest bestimmt ist. Es müssen mithin, wenn man das Terrain nicht zu Rathe ziehen und mit der Zeichnung nicht vergleichen kann, nothwendig mehr oder minder bedeutende Abweichungen in der Richtung der Horizontalen vorkommen. Große Differenzen dieser Art können aber die Aehnlichkeit der Zeichnung mit den Horizontalprofilen der Unebenheiten des Bodens fast gänzlich zerstören. —

Hat

Hat man vielleicht anfänglich die Abstände der Horizontalen von einander, wie es im §. 432. angegeben ist, mit dem Zirkel eingetragen, dann aber sich im Zeichnen der Horizontalen einige Fertigkeit erworben, so versuche man, ihre Abstände für die verschiedenen Böschungswinkel einer Bergschicht nach dem Augenmaße zu bestimmen und sie demgemäß zu zeichnen. Wollen die ersten Versuche auch nicht gleich gelingen, so lasse man sich nicht abschrecken. Man muß dies Ziel erreichen, wenn man schnell arbeiten lernen und mit der Zeit ausreichen will. Bei Aufnahmen eines flachen Terrains werden die Differenzen zwischen den Abständen und Formen der lediglich nach dem Augenmaße und der mit Hilfe des Zirkels gezeichneten Horizontalen sehr bald immer kleiner und kleiner werden, und bald wird man ein solches Terrain fast fehlerfrei ohne Hilfe des Zirkels in Grund legen können. Ein stark geneigtes Terrain wird dies indessen nicht so leicht, und dem, der kein gutes Augenmaß besitzt, vielleicht nie nur einigermaßen fehlerfrei erlauben, weil die Differenzen der Verhältnißzahlen für die Projectionen größerer Neigungswinkel um Vieles geringer sind, mithin die Abschätzung der Abstände der Horizontalen von einander bedeutend schwieriger wird.

Damit endlich das auf der Tablette oder dem Croquis zu entwerfende Netz der Wasserfurchen, Höhenrücken und Kuppen bei Zeichnung der Horizontalen bequemer zu übersehen ist und nicht vielleicht gar zu Irrthümern, die zu großen Fehlern führen können, die Veranlassung giebt, ist es durchaus nothwendig, die Wasserfurchen, Höhenrücken und Horizontalen durch verschiedene Arten von Linien auszudrücken. In der Regel deutet man daher die Wasserfurchen und Schluchten, wie aCcD, cef, Dag ꝛc., Fig. 232, durch fein geschlängelte; die höchste oder Wasserscheidungslinie, li, ih, mn, mo, zwischen zwei Kuppen, den Zug der Höhenrücken, hbkpqr oder hmos, überhaupt, so wie die höchste Linie, yz, ytz, pf oder puv, abfallender Rücken gekrümmter Bergflächen, durch gerissene, und endlich scharfe Kämme oder Rücken, wx, durch gerissene Bleistiftslinien und schiefwinklig dagegen gelegte Bergstriche an. Ferner darf nicht versäumt werden, Steilabfälle, Felswände, Steinbrüche ꝛc. sogleich mit den dafür bestimmten Signaturen in Bleistift einzuzeichnen, weil sonst, bei der Trüglichkeit des Gedächtnisses, Verwechselungen unvermeidlich wären.

b. Wenn Höhenterr. in eine schon vorhandene Aufnahme eingetragen werden soll.

§. 434. Wird ein Officier befehligt, in eine schon vorhandene administrative oder ökonomische Vermessung, die in den Maßstab der militairischen Aufnahmen reducirt ist, aber keine Darstellung des Höhenterrains enthält, das letztere einzutragen, oder will ein zu einer topographischen Vermessung commandirter Officier die ökonomischen Feldmarkscharten, welche sich in der von ihm aufzunehmenden Gegend vorfinden, zur Beschleunigung seiner Arbeit benutzen, und hat er sie dem gemäß in den Maßstab seiner Vermessung übertragen (§. 448.), so wird er vor allen Dingen, ehe er an die Aufnahme des Bergterrains schreitet, entweder von einem hohen Punkte aus, oder, bei einem großen Umfange des Terrains, durch Recognoscirung einen Ueberblick über das Streichen der Höhenrücken und ihrer Seitenäste, den allgemeinen Hang des Terrains, und den davon abhängenden allgemeinen Wasserzug, und über die Richtung und Beschaffenheit der Thäler mit ihren Verzweigungen zu gewinnen suchen. Nachdem er sich gehörig orientirt und einen Plan entworfen, wie er das Werk angreifen, die einzelnen Terrainabschnitte umkreisen und in gewissen Richtungen durchschreiten muß, um auf dem kürzesten Wege zum Ziele zu gelangen, wird er an den Rändern von Terrainabschnitten, an den Grenzen von Wiesen, Brüchern ꝛc., an Gräben, auf Wegen, oder überhaupt so viel es irgend thunlich ist, an und auf solchen Linien fortschreiten, die auf dem Plane schon verzeichnet sind, weil sie ihm sichere Richtungslinien gewähren und, wenn er die Schritte von markirten Punkten aus zählt, gestatten mit Hilfe des Schrittmaßstabes, genau zu bestimmen, wo er sich befindet. Alle diese Linien, wie die von ihm selbst gewählten Alignements, sind als Abcissenlinien zu betrachten, mittelst deren durch Hilfe von Ordinaten, die zwar nicht immer rechtwinklig von jenen ausgehen können, die Lage der Kuppen, Höhenrücken, Wasserfurchen, Schluchten, Thalwände ꝛc. bestimmt wird.

Im Fortschreiten auf jenen Linien zeichnet man, sowohl in der verfolgten Richtung, als rechts und links, so weit man eine deutliche Uebersicht über das Terrain gewinnen kann, die Bergkuppen, deren Hang, den Zug der Rücken und Wasserfurchen auf die im vorstehenden §. angegebene Weise in das Croquis ein, und notirt die Größe der Neigungswinkel auf den betreffenden Stellen desselben. Kleine Neigungswinkel und die unbedeutender Berge werden, der Zeitersparung wegen, geschätzt, die wichtigeren und die bedeutender Höhen, durch

welche der Charakter des Terrains bestimmt wird, dagegen mit dem Schienertschen oder Schmalkalderschen Böschungsmesser gemessen.

Die Lage der Kuppen läßt sich durch Alignements und Abschreiten in denselben und durch die Schnitte zweier oder mehrerer Alignements bestimmen. Sieht man z. B. von seinem Standpunkte aus eine Bergkuppe in der Richtung auf irgend einen markirten und im Croquis angegebenen Gegenstand, z. B. einen Thurm, kann man das Terrain bis zu ihr ganz übersehen, den Böschungswinkel des Abhanges bestimmen, und hält man es daher für unnöthig, bis zur Kuppe zu gehen, so zieht man auf dem Papier diese Alignementslinie mit Hilfe eines Lineals aus, das man an jene Punkte der Zeichnung legt, markirt vorläufig nach Schätzung die wahrscheinliche Lage der Kuppe und setzt seinen Weg weiter fort. Erblickt man nach einiger Zeit dieselbe Kuppe von seinem neuen Standorte aus in der Richtung auf einen andern, gleichfalls im Croquis dargestellten Gegenstand, z. B. ein einzelnes Haus, so zieht man auch diese Alignementslinie auf dem Papier aus und erhält durch den Durchschnittspunkt beider Linien die Lage der Bergkuppe genau bestimmt. Wie diese, so müssen alle zur Bestimmung der Lage von Kuppen, Höhenrücken, Wasserfurchen ꝛc. gewählten Alignements, falls ihre Winkel mit der Richtungslinie, von der man ausgeht, nicht mittelst eines Reflectors, katoptrischen Zirkels ꝛc. gemessen und danach in's Croquis getragen werden können, von in der Zeichnung genau markirten, oder mit Hilfe des Schrittmaßstabes zu bestimmenden Punkten ausgehen, zu eben solchen führen oder wenigstens in deren Richtung liegen, damit sie im Croquis sicher ausgezogen und die in ihnen durch Abschreiten gefundenen Punkte richtig eingetragen werden können.

Durchschneidet eine Wasserfurche (Schlucht) die von uns eingeschlagene Richtungslinie, so wird sie in ihrer Lage zur letzteren eingezeichnet, dann aufwärts wie abwärts verfolgt, damit ihr Anfangs- und Endpunkt wie ihre Verzweigungen im Croquis bestimmt werden können. Ist das letztere auf einer mit einer Orientirbouſſole versehenen Croquirplanchette befestigt, so wird sich die Richtung der Wasserfurchen ganz auf ähnliche Weise, wie die Richtung zu croquirender Wege oder gebrochener Linien (§. 393.) festlegen lassen.

Wo das Terrain es nicht erlaubt, die Schluchten und Wasserfurchen zu verfolgen, geht man auf den Höhenrücken fort,

bestimmt ihre und ihrer Seitenäste Richtung, ähnlich wie die der Wasserfurchen, die Lage der Kuppen, Sattelpunkte, und die über letztere und längs des Fußes der Höhenrücken fortlaufenden Wasserfurchen ihrer Lage und Richtung nach. Der Abstand der letzteren von der Rückenlinie wird zum Theil in zweckmäßig gewählten Alignements, die als Ordinaten der Abciſſenlinie des Rückens zu betrachten ſind, abgeſchritten, zum Theil, an weniger wichtigen Punkten, geſchätzt.

Verfolgt man die Schluchten, ſo beſtimmt man von ihnen aus die Lage der Kuppen, die bei einem flach gewölbten Höhenrücken überhaupt deutlicher in die Augen fallen, wenn man ihn von der Seite betrachtet. Wo man ſie auf einem ſolchen Rücken oder im flach-wellenförmigen Terrain zu ſuchen habe, ergiebt ſich ſehr häufig aus dem Zuge der Waſſerfurchen (§. 132.). Laufen zwei Waſſerfurchen mit einander faſt parallel, wie cDd und aFE, Fig. 232, und gehen von jeder, gleichſam wie Zweige eines Stammes, mehrere kleine Waſſerfurchen oder Schluchten aus, wie cC, ce, Da und aC, fe, ga ꝛc., ſo kann man mit Sicherheit darauf rechnen, daß ſich zwiſchen den Urſprüngen jeglicher, am Höhenrücken einander gegenüber liegenden, zwei Paaren derſelben, wie z. B. zwiſchen cC und ce auf der einen, und aC und fe auf der andern Seite, oder wie zwiſchen ce und Da auf der einen und fe und ga auf der andern Seite, auch eine Kuppe, b und k, finden werde. Niemals darf man daher unterlaſſen, dem Zuge der Waſſerfurchen und Rücken ſo weit als möglich nachzuſpüren, weil ſie die weſentlichſten Linien, wie die Kuppen die weſentlichſten Stützpunkte, bei Darſtellung eines Höhenterrains ſind.

Verfährt man auf die dargeſtellte Weiſe, beginnt man die Arbeit, wenn das aufzunehmende Terrain es irgend erlaubt, auf dem höchſten oder dem Theile deſſelben, auf dem man eine freie Umſicht hat, ſteigt man, wenn man ſich eine hinlängliche Anzahl von Stütz- und Richtungspunkten auf den Höhen gebildet hat, allmälig in die tieferen Gegenden, in denen der Geſichtskreis beſchränkt iſt, hinab, wählt man, wenn die auf dem Plane gegebenen feſten Linien der Wege, Bäche, Gräben, Wieſen-, Waldgrenzen ꝛc. nicht ausreichen, zweckmäßige Alignements, ſowohl zu Abciſſenlinien wie auch zu Ordinaten, ſo wird man ſehr bald ein vollſtändiges von den Linien der Waſſerfurchen und Höhenrücken gebildetes und durch die Knoten der Kuppen geſchürztes Netz, wie alle übrigen zur Ausführung der Horizontalen erforderlichen Beſtimmungen erhalten. Niemals ver-

säume man aber, sobald der von irgend einem Berge oder von einem Theile eines Höhenzuges eingenommene Raum durch die ihn umschließenden Wasserfurchen in Grund gelegt und darauf die Kuppen ihrer Lage nach, wie die Neigungswinkel der Gehänge, angegeben sind, sogleich die Horizontalen auszuzeichnen. Verschiebt man solches bis zu einem andern Zeitpunkt, so verdrängen die neuen Gegenstände nur zu leicht den Eindruck der älteren aus dem Gedächtniß, und das Bild des Terrains wird dem Originale weit unähnlicher. Hat ein Officier sich aber nur allein mit der Aufnahme der Erhabenheiten und Vertiefungen des Bodens zu beschäftigen, so darf von ihm mit Recht ein um so treueres Bild des Terrains erwartet werden, als er der Auffassung und Darstellung des letzteren seine ungetheilte Aufmerksamkeit zuwenden kann.

c. Ohne alle Hilfe v. Meßinstrumenten.

§. 435. Ein in der Nähe des Feindes mit der Anfertigung des Croquis eines Colonnen- oder anderen Weges, vielleicht eines ganzen Terrainabschnittes, beauftragter Officier kann von den Unebenheiten des Bodens freilich nur ein ganz allgemeines Bild in flüchtigen Zügen entwerfen, allein sein Talent zur Terrainauffassung und Darstellung im hohen Grade zeigen. Denn da zu einer detaillirten Aufnahme und Zeichnung des Terrains mit Hilfe von Meßinstrumenten weder die erforderliche Zeit vorhanden ist, noch eine solche Arbeit unter den obwaltenden Umständen verlangt werden kann, so muß er, wenn er eine nützliche Zeichnung liefern will, aus der nicht nur der Charakter der dargestellten Gegend vollkommen, sondern auch jede wichtige, auf militairische Unternehmungen einflußreiche Ueberhöhung zu entnehmen ist, durch sein Talent das ersetzen, was ihm an Zeit zur Betrachtung der Terrainformen und an Hilfe von Meßinstrumenten abgeht.

Während der Officier die Wegelinien verfolgt, oder den Terrainabschnitt in verschiedenen Richtungen, die Schritte zählend, durchreitet (durchschreitet), muß er das Terrain aufmerksam betrachten, den Zug der Höhenrücken, den allgemeinen Hang und Charakter desselben aufzufassen sich bemühen. Wo er sich auf oder in der Nähe von Bergkuppen und Rücken befindet, wo Schluchten und Thäler sich durch dieselben hindurchziehen, wo er in deren Alignement angekommen ist, sie übersehen und einzeichnen kann, wo das Terrain sich verändert, Biegungen in Höhenrücken, Bergvorsprünge, Ravins ꝛc. vorkommen, bleibt er stehen und zeichnet sie, gerade so, wie er sie von seinem Standpunkte aus erblickt, jedoch nur mit leichten

Zügen ein. Alle Entfernungen der, außerhalb der von ihm verfolgten Richtungslinie liegenden, Gegenstände vom Standorte werden geschätzt, innerhalb derselben aber durch Schritte bestimmt. Zeigen sich von einem anderen Standpunkte aus die eingezeichneten Formen richtiger, so wird der Entwurf danach corrigirt, und erst, wenn er sich von der richtigen Auffassung irgend einer Terrainpartie vollkommen überzeugt hält, trägt er dieselbe scharf und bestimmt ein. Alles Uebrige bleibt dagegen so lange in zarten leicht auslöschbaren Bleistiftszügen skizzirt, als noch ein Zweifel über dessen Form und Lage obwaltet. Bei diesem Einzeichnen lasse man sich aber nicht verleiten, das entferntere Terrain, welches man nicht genau übersehen kann, zu früh mit scharfen Zügen auszuführen, denn es täuscht sehr und sieht, in der Nähe betrachtet, oft ganz anders als aus der Ferne aus, besonders wenn es plateauartig geformt, von tiefen Schluchten und Thälern durchschnitten ist, die aus der Ferne nicht erblickt werden können, falls der diesseitige Thalrand dominirt; oder wenn auf einer hohen Basis einzelne Kuppen aufgesetzt sind. Im ersteren Falle kommt man in die Gefahr, dort eine sanft gewölbte Fläche darzustellen, wo tiefe Thalgründe sich befinden, im letzteren hohe Berghöhen, wo nur flache Kuppen sich um wenige Fuß erheben. Die stärkere oder schwächere Beleuchtung, die darüber hinziehenden Wolkenschatten, die Luftperspective, die Farbe der Abhänge, wie überhaupt des Bodens, die Lage unseres Standortes zu den Höhen und Thalgeländern ꝛc. üben einen wesentlichen Einfluß auf den Eindruck aus, den die Bergpartieen in uns erzeugen, und können die Veranlassung zu vielen Täuschungen, namentlich in Beurtheilung der Neigungswinkel der Gehänge, werden. Mit dem Messen der letzteren kann man sich nicht aufhalten; sie werden geschätzt. Der Lauf des Regenwassers giebt die Richtung der Bergstriche an (§. 78.), und auf dem Terrain selbst wird man nie darüber in Ungewißheit bleiben können, weil er fast überall Spuren zurückläßt.

Damit aber in der Darstellung der Höhen keine bedeutenden Fehler begangen werden und Absurditäten vorkommen können, ist es zweckmäßig, die an einem Höhenzuge, wie überhaupt, dem Anscheine nach gleich hoch liegenden Punkte im Croquis durch eine Marke oder Zahl zu bezeichnen und, sobald es sich irgend thun läßt, durch diese Punkte eine Horizontale zu legen. Bezeichnet man ebenso die Kuppe nach dem Grade ihrer relativen Erhebung mit Nummern, so wird man stets alle etwa gleich hoch liegenden, wie alle überhöhende Punkte mit

einem Blick übersehen, das Bild des Terrains auf dem Croquis sich viel anschaulicher vergegenwärtigen und mit ungleich größerer Sicherheit, dem Wasser und Höhenzuge gemäß, ausführen können, als wenn man die Hilfe dieser Nummern entbehrte. Freilich muß man sich hierbei hüten, jedem unbedeutenden Hügel, der um einige Fuß höher oder niedriger als ein anderer erscheint, gleich eine neue Nummer zu geben, weil man sonst sehr bald zu sehr hohen Nummern gelangen und sich verwirren würde. Es ist daher gerathen, so lange die nämliche Nummer beizubehalten, bis der Höhenunterschied wirklich bedeutend hervortritt. Ist es auch nicht leicht, die Höhen von Hügeln und Bergen richtig zu beurtheilen, so kommt es in unserm Falle auf keine genaue, sondern nur auf eine im Allgemeinen richtige Bestimmung an, und diese kann, notirt man nur bedeutende Höhenunterschiede, nicht schwer fallen, wenn man von seinem Standpunkte aus alle rings herum gelegene Höhen in's Auge faßt, sie beziehungsweise zu einander, zuerst die zunächst gelegenen, dann die entfernteren, beurtheilt, und danach sich eine Stufenleiter bildet. Hätten wir z. B. den zunächst an der zu verfolgenden Richtung gelegenen Berg mit Nr. 5, dann im Vergleich mit ihm die entfernteren mit 3, 4, 6 und 7 bezeichnet, hierauf unsern Weg weiter fortgesetzt, und erblickten wir jetzt vom neuen Standorte aus wieder mehrere Hügel, so wird es nach einem Rückblick auf den mit Nr. 5 bezeichneten leicht sein, zu bestimmen, ob die vor uns liegenden Höhen beziehungsweise die Nummern 5, 6, 7 ꝛc. oder 4, 3 ꝛc. erhalten müssen. Bei der Wahl der Nummern ist es zweckmäßig, den höheren Punkten auch eine höhere beizulegen und die Nummer zur Bezeichnung der zuerst beurtheilten Höhe so zu wählen, daß man beim fernern Nummeriren von ihr steigen und fallen kann. Gingen wir z. B. von Nr. 5 aus, so könnte geringeren Höhen 4, 3, 2 oder 1 beigelegt werden. Sollten aber wider Erwarten noch bedeutend niedrigere Höhen vorkommen, so würden diese mit 0, —1, —2 u. s. w. versehen werden müssen.

Beim flüchtigen Croquiren ist es von nicht minderer Wichtigkeit, wie beim sorgsamen, die Richtung der Wasserfurchen und der die Kuppen verbindenden Rücken, die Scheitel- und Sattelpunkte möglichst richtig zu bestimmen und einzuzeichnen, weil sie das sicherste Fachwerk zur Darstellung des Terrains geben. Auch den Sattelpunkten kann man beziehungsweise zu den Berghöhen Nummern beilegen. Dadurch erlangt man den

großen Vortheil, daß man sich der relativen Tiefe der das Terrain charakterisirenden Einsattelungen bewußt wird und, wenn man durch die Sattelpunkte, wie durch die mit ihnen gleich hoch liegenden und deshalb im Croquis gleichfalls bezeichneten Punkte der Gehänge, Horizontalen legt, eine richtigere und charaktervollere Darstellung der Unebenheiten des Bodens liefern kann. Erhält man indessen jenes Fachwerk nicht vollständig, so darf man sich, in der Absicht, ein besser aussehendes Croquis vorlegen zu können, niemals verleiten lassen, dasselbe nach der Theorie der Terrainbildung zu vervollständigen, weil man sonst, und wenn man diesem Hange weiter nachgiebt, in die Gefahr kommt, Phantasiestücke zu produciren. Ein fragmentarisches oder an einzelnen Stellen unvollständiges Croquis, welches jedoch in seinen Einzelnheiten zuverlässig ist, hat ungleich größern Werth, als ein schön gezeichnetes und angenehm in die Augen fallendes, bei dem die Phantasie mitgespielt und vielleicht gar das Meiste gethan hat. Gewöhnt man sich daran, bei einem jeden Ausgange in's Freie das Terrain scharf in's Auge zu fassen, seine Physiognomie zu erspähen, und seinen Charakter sich einzuprägen, so wird man nicht nur bald die Fertigkeit sich erwerben, einen Terrainabschnitt schnell aufzufassen, sondern auch das Gedächtniß für die besonderen Terrainverhältnisse schärfen und dadurch sich befähigen, eine Gegend schnell und gut zu croquiren. Jene Auffassungsgabe und dies Gedächtnißvermögen sind für jeden Officier von der größten Wichtigkeit und der wesentlichste Vortheil, der für ihn aus der Terrainaufnahme erwächst. Nur durch ihren Besitz wird es ihm möglich, den taktischen Schauplatz einer größeren oder geringeren Terrainstrecke sicher zu würdigen und denselben, seinem Hauptcharakter und Detail nach, sich so zu vergegenwärtigen, als ob er denselben wirklich vor Augen hätte.

Um das Gedächtniß für Terrainverhältnisse, das sich bis zu einem sehr hohen Grade schärfen läßt, zu entwickeln und auszubilden, beginne man damit, eine kleine Wegestrecke, die man zurücklegt, mit dem auf beiden Seiten innerhalb 200 bis 300 Schritt gelegenen Terrain sogleich aus dem Gedächtnisse zu skizziren*); vergleiche darauf auf dem Rückwege das Bild mit dem Original, berichtige die etwa vorgekommenen Fehler

*) Als Vorübung kann man sich auch einen Weg, später einen Terrainabschnitt, aus irgend einem Plane einprägen und hierauf aus dem Gedächtnisse zeichnen. In kurzer Zeit wird man es, bei nur ei-

und gebe sich Rechenschaft: ob sie durch eine mangelhafte Auffassung oder durch Untreue des Gedächtnisses verschuldet sind. Geht man allmälig zur Zeichnung einer zurückgelegten längeren Wegestrecke aus dem Gedächtnisse über, durchkreuzt man sodann einen ganzen Terrainabschnitt, skizzirt man anfänglich jeden Weg mit dem ihm zur Seite gelegenen Terrain, gleich nachdem er zurückgelegt ist, so wird man nach und nach dahin kommen, einen ganzen Abschnitt erst nach vollendeter Besichtigung ziemlich richtig skizziren zu können. Wer sich hierin nur einige Fertigkeit erworben, wer die im ersten Abschnitt dieser Schrift abgehandelte Theorie der Bergzeichnung richtig aufgefaßt, sich zu eigen gemacht hat und anzuwenden weiß, durch die Kenntniß der Lehre von der Terrainbildung unterstützt wird, dem wird es nicht schwer fallen, größere Terrainabschnitte schnell zu croquiren und charaktervoll darzustellen, und selbst dann ein ziemlich richtiges Bild von einer Gegend zu entwerfen, wenn er nur, ohne specielle örtliche Besichtigung, die Lage der Hauptkuppen, Rücken, Wasserfurchen und Thalränder kennt, und den Charakter der Gegend aufgefaßt hat.

Bemerk. über die Aufnahme eines Gebirgsterrains im Vergleich mit der eines flachen Terrains.

§. 436. Im Allgemeinen ist ein Gebirge, wie jedes markirte Terrain, viel leichter aufzunehmen, als eine sanfte oder flachhüglige Landschaft. Alle Formen treten viel deutlicher hervor, sind charaktervoller, großartiger, und können leichter aufgefaßt werden; die Berge haben längere Abfälle, und nehmen eine größere Grundfläche ein, ꝛc. Die Arbeit schafft daher mehr. Es kann keine Frage darüber entstehen, wo die Wasserfurchen und Kuppen liegen, während im flachen Terrain sie oft mühsam aufgesucht und vielleicht die von den Landleuten durch ihre Aecker gezogenen Wasserfurchen als Hilfsmittel zur Bestimmung der tiefsten Linien zwischen zwei ganz flach gewölbten Höhen benutzt werden müssen. *)

---

nigem Talent, dahin bringen, ganze Schlachtfelder in ihren Hauptzügen aus dem Gedächtnisse darzustellen.

*) Auch kann man in einem ganz flachen Terrain die Lage der Wasserfurchen und Kuppen dadurch auffinden, daß man einen entfernt und tief am Horizont liegenden Gegenstand, einen Thurm oder Baum, ein Haus ꝛc., in's Auge faßt, in gerader Richtung auf ihn zugeht und beobachtet, ob derselbe scheinbar sich erhebt oder erniedrigt. Tritt er deutlich hervor, kann man ihn ganz, vielleicht auch noch das unmittelbar vor ihm gelegene Terrain übersehen, so befindet man sich auf der Höhe; wird er scheinbar kleiner, oder vielleicht zum Theil verdeckt, so steigt man einen Abhang hinab, und steht auf dem tiefsten

Die Gebirgsaufnahme hat indessen nicht minder ihre eigenthümlichen Schwierigkeiten. Die meisten Berggelände sind bewaldet, Meßinstrumente daher nur wenig zu benutzen; die unbewaldeten Gehänge sind in der Regel Felsabstürze oder doch so steil, daß sie nur mühsam erklettert, und mithin nicht auf die Weise aufgenommen werden können, wie es im §. 432. gezeigt ist; von der Bousole kann man fast gar keinen, oder nur einen sehr bedingten Gebrauch machen, da die Magnetnadel häufig, und namentlich in einem eisenschüssigen und Basaltgebirge, um mehrere Grade abweicht, u. s. w.

In der Ebene und in einer flachhügligen Landschaft können die dieselbe in verschiedenen Richtungen durchschneidenden Wege als Hauptlinien betrachtet werden, die das Gerippe der Aufnahme bilden. Im Gebirge sind es die Thäler und Schluchten mit ihren fließenden Gewässern. Sie müssen daher den Detailaufnehmer leiten. Schon aus dem Laufe der Gewässer und aus ihren Krümmungen lassen sich Schlüsse auf die Höhe und Abdachungen der Thalwände, auf die Richtung, den Fall und die Größe der Nebenthäler machen (§. 140. und 141.). Ist ein Thal mit den Ausmündungen der Schluchten in dasselbe richtig in Grund gelegt, so ist es leicht, die generelle Richtung der letzteren und ihrer Nebenzweige zu bestimmen, da die Schluchten sich im Allgemeinen nach dem Zuge der Thäler, die Nebenzweige der Schluchten nach diesen, und endlich die Thäler nach dem allgemeinen Wasserzuge (§. 141.) oder nach dem Hauptthale richten.

Große Vortheile für die Aufnahme bietet es dar, wenn man nächst den Thälern auch die Haupt- und Nebenrücken verfolgen kann, weil ihre Mittellinie dann gleichsam als Standlinie zu betrachten ist, von der man sowohl rechts als links den Rand der Abhänge, die Anfänge der von ihnen ausgehenden Schluchten und Thäler und, wenn man in diese hineinsehen, auch ihre obere Richtung festlegen kann. Sind aber die Ausgänge und Anfänge der Schluchten und kurzen Seitenthäler bestimmt, so ist es mit viel geringerer Schwierigkeit verknüpft, den zwischen ihnen liegenden Theil zu croquiren, und die Lage der Nebenschluchten festzulegen. Erlaubt ein breiter Gebirgsrücken es nicht, von seiner Mittellinie aus die Schlucht- und Thalanfänge in Grund zu legen, so arbeitet man entwe-

---

Punkt, wenn jener Gegenstand am geringsten hervortritt oder vielleicht gar ganz verdeckt wird.

der in einer gebrochenen Linie (§. 424.) oder aber längs seiner Ränder, wie an den Grenzlinien einer aufzunehmenden Figur, über ihn fort und nimmt, mit seiner oberen Fläche zugleich, die Thal- und Schluchtanfänge auf.

Die einzelnen Kuppen, welche sich über den Rücken und seitwärts desselben auf Nebenrücken oder in Gruppen erheben, müssen wo möglich schon aus der Ferne durch Vorwärtsabschneiden und, wenn dies nicht angeht, während der Aufnahme der Rücken, durch Rückwärtseinschneiden, Alignements und Seitwärtsabschneiden oder Abschreiten bestimmt werden. Ebenso legt man aus der Ferne, oder aus den Thälern, durch Vorwärtsabschneiden ausgezeichnete Vorsprünge an Bergen und Thalwänden (Bergnasen), die Anfangs- und Endlinie von Steilabfällen, markirte Felspartieen u. s. w., fest, um möglichst viel Stützpunkte für das Croquiren zu gewinnen. Der Fuß der die Thäler und Schluchten umgebenden Berge, die Wild- und anderen Bäche, welche in Schluchten und Thäler herabstürzen, die Nebenschluchten und Wasserfurchen ꝛc., werden wie gewöhnlich aufgenommen, croquirt oder zum Theil schon aus der Ferne festgelegt. —

Die Böschungswinkel, selbst die bewaldeter Gebirgspartieen, müssen mit dem Schienertschen oder einem andern Böschungsmesser ermittelt werden. Dem Anfänger erscheint die Messung der Böschung bewaldeter Gehänge in der Regel sehr schwierig. Dem ist aber nicht also, denn die Gipfel der Bäume bilden im Allgemeinen mit der Abdachung von Berg- und Thalgehängen eine parallele Linie, welche sich scharf gegen den Horizont absetzt und der Messung der Böschungswinkel mit dem Quadranten zum Grunde gelegt werden kann, wenn man in einer gewissen Entfernung vom Abhange abbleibt und sich seitwärts der zu messenden Böschung aufstellt. Behält man, während der Fuß eines Berges festgelegt, und dieser dabei umkreiset wird, die durch die Baumwipfel gedachte Fläche im Auge, so kann es nicht fehlen, daß man durch sie ein treues Bild von allen Nuancirungen der verschiedenen Gehänge, ihrer Lage und Richtung, erhält. Kann man sich von einer bewaldeten Bergpartie nicht in einiger Entfernung halten, muß man bei Festlegung der Kuppen, Schluchten ꝛc. über sie hinwegarbeiten, so darf die Messung der Böschungswinkel nur dort ausgeführt werden, wo der Wald licht ist und wo man eine möglichst lange Linie des Abhanges übersehen kann, weil sonst Irrungen unvermeidlich sind, indem vielleicht die Neigung einer, von dem allge-

meinen Hange abweichenden, Stelle gemessen und mithin ein anderer Böschungswinkel als der gesuchte bestimmt wird. Die Schätzung der Neigungswinkel bewaldeter Bergflächen ist viel leichter als die unbewaldeter, weil jeder gerade Baum einen Perpendikel darstellt und also der Winkel zwischen Baum und Abhang das Complement des Böschungswinkels ist.

Sind endlich die Richtungen, in welchen die Thäler und Schluchten fortlaufen, sowohl der Rand als der Fuß ihrer Wände, die Haupt- und Nebenkuppen, letztere wenigstens ihrer größeren Zahl nach, wie die Rückenlinien in Grund gelegt, die Böschungswinkel gemessen und in der Zeichnung auf die betreffenden Stellen geschrieben, so kann es nicht schwer fallen, die noch etwa fehlenden Bergpartieen in dies Netz einzutragen und, wenn es mit allen nöthigen Angaben versehen ist, die Horizontalen einzuzeichnen. Je vertrauter der Detailaufnehmer mit der Theorie der Bergzeichnung und mit der Lehre von der Terrainbildung ist, je mehr er die Gebirgsnatur kennt, ihren besonderen Charakter aufzufassen und sich einen Ueberblick über den Zusammenhang des Terrains zu verschaffen versteht, mit desto weniger Schwierigkeiten hat er zu kämpfen, desto leichter wird es ihm werden, eine Gebirgsgegend, in der die mannigfaltigsten Terrainformen ein mechanisches Aufnehmen fast unausführbar machen, richtig und charaktervoll darzustellen. — Bei gänzlichem Mangel an Terrainkenntniß, Talent und Auffassungsgabe ist es aber unmöglich, so viel Mühe man sich auch geben und so genau man auch die betreffenden Lehren der Theorie des Aufnehmens und der Bergzeichnung anwenden mag, eine nur einigermaßen leidliche und fehlerfreie Zeichnung einer größeren Gebirgspartie zu liefern. Es ist daher dem militairischen Aufnehmer nicht genug zu empfehlen, die Terrainlehre fleißig zu studiren, und sich, neben der mechanischen Fertigkeit im Zeichnen selbst, vollkommene Kenntniß von der Theorie der Bergzeichnung zu erwerben.

Die Terrainaufnahme darf weder zu peinlich noch sorglos geschehen.

§. 437. Wer, gründlich-theoretisch vorgebildet, nach den in den vorstehenden §§. gegebenen Regeln und Andeutungen verfährt, wird bei Aufnahme der Terrainunebenheiten nicht leicht in eine Lage kommen, aus der er sich nicht bald herauswickeln könnte. Er muß indessen eben so wenig Mücken seigen wollen, als Elephanten verschlucken. Wer z. B. auf einem sehr kleinhügligen Terrain oder dort, wo Flugsand kleine Hügel aufgeweht hat, die sich mit jedem Jahre, oft an einem einzigen Tage, gänzlich verändern, jede Kuppe, jeden Sattelpunkt

und jede tiefste Linie zwischen den einzelnen Höhen festlegen und die regellos neben einander aufgeschichteten Sandhaufen *) in ein System von Haupt- und Nebenrücken, Centralmassen und Seitenästen ꝛc. bringen wollte, würde niemals seinen Zweck erreichen, und sich ganz vergeblich abmühen. Bei Darstellung eines solchen Terrains genügt es vollkommen, angedeutet zu haben, daß auf ihm jene kleinen Hügel vorhanden sind. Ebenso unrecht würde aber auch der Detailaufnehmer verfahren, der, wenn in einem kleinhügligen Terrain wirklich ein System von Höhenzügen ꝛc. vorhanden ist, dies in der Darstellung ganz unbeachtet lassen wollte. Kann er auch in dem Maßstabe seiner Aufnahme nicht jeden einzelnen Hügel wiedergeben, weil nach der von Müfflingschen Bergzeichnungsmethode im Maßstabsverhältniß von $\frac{1}{25000}$ kein Hügel, dessen Durchschnittslinien unter 100 Schritt betragen, einigermaßen deutlich, und Hügel unter 50 Schritt Durchschnittslänge gar nicht dargestellt werden können, so wird sich doch mit Auslassung einzelner Hügel der allgemeine Zug und Charakter derselben generell ausdrücken lassen. Einen großen Berg, eine tiefe Schlucht, sehr markirte Bergvorsprünge oder andere Formen von militairischer Wichtigkeit, wie z. B. die kleinen, schmalen, theils durch Ackerkultur und Weinbau, theils durch andere Ursachen erzeugten Terrassen, die in manchen Gegenden über die Gehänge dahinlaufen, und besonders hemmend auf den Gebrauch von Cavallerie und Artillerie einwirken, aber aus Trägheit oder Leichtfertigkeit in der Darstellung auszulassen — ist strafbar. Anfänger sind in der Regel zu skrupulös; sie wollen selbst die geringsten Erhöhungen und Einsenkungen wiedergeben, und übersehen, indem sie sich im Detail verlieren, die Hauptsache. Sehr geübte Aufnehmer und gewandte Zeichner bekommen dagegen sehr häufig ein zu weites Gewissen. Gegen beide Abwege muß sich der militairische Aufnehmer verwahren, sich stets des Zweckes seiner Arbeit bewußt sein, was er in dem Maßstabe der ihm übertragenen Vermessung noch aufzunehmen vermag, vergegenwärtigen, und nie vergessen, daß durch eine schlechte Ausführung derselben kein Nutzen geschafft, wohl aber Nachtheil erzeugt werden kann.

*) In ihrer Form häufig veränderliche Sandhügel, z. B. Dünen, können im Plane statt mit schwarzer Tusche mit Sandfarbe (§. 267.) gezeichnet werden, damit sie erkennbar sind.

## 8. Die Aufnahme bewohnter Orte.

### A. Mit Meßinstrumenten.

Aufnahme zusammenhängender Ortschaften im Laufe einer größeren Vermessung.

§. 438. Die bewohnten Orte sind entweder **zusammenhängend**, indem Haus an Haus, Gehöft an Gehöft sich reiht, und Häuser, Gehöfte und Gärten wirkliche Gassen bilden, oder sie bestehen aus **zerstreut liegenden Gehöften**, die, unter sich nicht unmittelbar verbunden, durch mehr oder minder weite Zwischenräume getrennt, entweder regellos über eine Fläche verbreitet sind, oder in Gebirgsthälern in gewissen Abständen von einander zu beiden Seiten des auf der Thalsohle dahinrauschenden Baches liegen oder an den Thalwänden hängen.

Bei **Aufnahme zusammenhängender Ortschaften**, gleichviel, ob sie Dörfer, Flecken oder Städte sind, verfährt man im Allgemeinen ganz so, wie bei der von Wäldern. Schon aus der Ferne legt man durch Vorwärtsabschneiden die Thore, Thürme, markirte Giebel oder Schornsteine ausgezeichneter, leicht wieder auffindbarer, Gebäude und andere in die Augen fallende Bauwerke, auch Bäume, fest, um Stützpunkte für die Aufnahme der Umfassung und des Innern der Orte zu gewinnen. In ihrer Nähe angekommen, arbeitet man rund um sie herum, und bestimmt entweder mit Hilfe des Meßtisches oder anderer Instrumente ihre äußere Form und Eingänge, und von den letzteren aus die Richtung der hineinführenden Straßen. Dann arbeitet man von einem Haupteingange aus in den Ort hinein, legt die Hauptstraßen, gerade wie bei der Wegeaufnahme in Wäldern, ihren Richtungen, einzelnen Biegungen und ihrer Breite nach in Grund, bezeichnet entweder nur die Anfänge der von ihnen abgehenden Seitengassen, oder stellt an solchen Punkten das Instrument auf, und bestimmt die Richtung der letzteren, wenn sie gerade sind, durch Visirlinien. In ähnlicher Weise wird die Arbeit fortgesetzt, bis der Ausgang der entgegengesetzten Seite des Orts erreicht ist. Hier oder an bereits von außerhalb durch Schnitte bestimmten Bauwerken (Gebäuden, Thürmen ꝛc.) angekommen, rectificirt man, falls sich Fehler eingeschlichen haben sollten, die Arbeit, und geht sodann zur Aufnahme einer anderen, von einem Haupteingange bis zu dem der entgegengesetzten Seite führenden, Hauptstraße und endlich zu der der Nebengassen über.

Ist der Ort (die Stadt, der Flecken) von bedeutendem Umfange, so kann man auch, damit entstehende Fehler bei der

Aufnahme langer Linien nicht zu merklich sich vergrößern, von allen Haupteingängen aus nach der Mitte hineinarbeiten, etwa an dem von außerhalb schon bestimmten Rathhause, auf dem Markt (Ring) ꝛc., die begangenen Fehler rectificiren, sodann den Markt aufnehmen und die Richtung der von ihm ausgehenden Straßen festlegen.

Die Aufnahme der Nebengassen ist mit keiner Schwierigkeit verknüpft, wenn man bei der Aufnahme der Hauptstraßen die oben gegebene Regel befolgt, die Anfangspunkte aller sie durchschneidenden oder von ihnen abgehenden Nebengassen und, so viel als thunlich, ihre Richtung festlegt. Vielleicht erhält man dann schon durch bloßes Zusammenziehen jener Visirlinien sämmtliche Straßen, durch die Schnitte derselben deren Eckpunkte bestimmt, und man kann das noch etwa Fehlende leicht durch Croquis ergänzen. Liegen die Hauptstraßen aber weit aus einander, so müssen entweder alle, oder doch die bedeutendsten, Nebengassen mittelst Instrumenten aufgenommen werden.

Das auf dem Meßtisch erhaltene Bild zeichnet man sich zugleich, aber im bedeutend größeren Maßstabe, in die Schreib- oder Croquirtafel, und während ersterer von einem Stationsorte zum andern gebracht, dort vom Gehilfen wieder aufgestellt und nach der Orientirbousſole orientirt wird, folgt man, die Schritte zählend, und croquirt rechts und links in Städten und Flecken, wo nicht jedes einzelne Gebäude dargestellt wird, die Königlichen, Communal- und anderen ausgezeichneten Gebäude, wie Rathhäuser, Kirchen, Magazine, Casernen, Börsen, Stadtschulen, Schlösser und Paläste, große Fabrikgebäude, Mühlen ꝛc., in Dörfern aber jedes einzelne Gehöft und Gebäude, insofern es der Maßstab der Vermessung zuläßt, nach seiner Größe, Bauart und Stellung zu dem andern, und schreibt von Distance zu Distance die Schrittzahl etwa so daneben, wie es in Figur 233 bildlich dargestellt ist. Denn wollte man bei der Dorfaufnahme jedes einzelne Gehöft mit dem Meßtische oder mit anderen Instrumenten aufnehmen, so würde dies nicht nur sehr viel Zeit rauben, sondern auch ganz überflüssig sein, da für den gewöhnlichen Gebrauch der militairischen Aufnahmen eine Eintragung der Gebäude in der so eben erwähnten Art vollkommen ausreicht und in dem kleinen Maßstabe der Vermessung bei einem sorgfältigen Croquiren der Gebäude keine erheblichen Fehler entstehen können. Müßte indessen aus irgend einem Grunde ein Gehöft, vielleicht das

herrſchaftliche, genau in Grund gelegt werden, ſo geht man in gebrochenen geraden Linien (§. 424. und Fig. 229) bis nach der Mitte des Hofraumes, orientirt daſelbſt den Meßtiſch, zieht nach den Ecken ſämmtlicher Hofgebäude Viſirlinien, und nimmt das Gehöft ganz ſo auf, wie eine jede andere Figur, in deren Mitte man ſich ſtationirte (§. 417. und Fig. 228).

Sämmtliche Gebäude, namentlich die obenerwähnten der Städte, werden, inſofern es das Maßſtabsverhältniß erlaubt, in der Form ihres Grundriſſes dargeſtellt. Kommt man beim Croquiren derſelben an irgend eins, deſſen Lage aus der Ferne ſchon in der Zeichnung beſtimmt iſt, ſo bezeichnet man es im Croquis durch irgend ein Merkmal, um danach ſich bei Uebertragung des Brouillons in die Reinzeichnung richten, oder einen etwa entſtandenen Fehler rectificiren zu können. Die Lage der Gebäude wird indeſſen nur durch die ihrer Giebel genau beſtimmt. Es müſſen alſo auch bei Ermittelung ihrer Abſtände von irgend einem beſtimmten Punkte ſo lange die Schritte gezählt werden, bis man in der Flucht ihrer Giebel angekommen iſt. Wurde aus der Ferne ein Schornſtein in Grund gelegt, ſo wird bei Einzeichnung des Gebäudes auf den Abſtand deſſelben von den Giebeln Rückſicht genommen. — Beim Croquiren der Gebäude unterſcheidet man die maſſiven von den hölzernen, indem man erſtere durch feine Doppelſtriche, die letzteren durch feine einfache Striche andeutet. So lange man gerade ausgeht, werden die Schritte in fortlaufender Reihe gezählt; bei jeder Straßenbiegung, oder vielmehr ſo oft man ſeine Direction merklich verändert, fängt man wieder von Eins zu zählen an. —

Auf dem Punkte angekommen, wo der Meßtiſch von neuem orientirt aufgeſtellt iſt, trägt man das Croquis entweder ſogleich in die, in der Reinzeichnung ſchon vorhandene, Form des aufgenommenen Orttheils, oder man ſetzt die Aufnahme, wie vorhin, abwechſelnd mit In-Grund-Legung der Umriſſe der einzelnen Viertel und Abtheilungen des Orts und mit Croquiren der Gebäude deſſelben ſucceſſive ſo lange fort, bis die ganze Arbeit vollendet iſt, und trägt dann, oder wenn die Brouillonzeichnung ſauber und deutlich ausgeführt und man verſichert iſt, nichts Weſentliches vergeſſen oder verſäumt zu haben, erſt nach der Heimkehr von der Feldarbeit die im Croquis enthaltenen Angaben in die Reinzeichnung. Denn iſt das Fachwerk richtig aufgenommen, ſo kann bei Darſtellung der einzelnen Gebäude in demſelben kein Fehler von militairiſch wich-

wichtiger Bedeutung vorfallen, und mithin der Aufenthalt, den jenes Uebertragen in der Feldarbeit erzeugen würde, vermieden werden.

Um die Uebertragung des Croquis in die Reinzeichnung zu erleichtern, zeichnet man, wie es in Figur 232 im Dorfe Koppenhausen, dessen Croquis Fig. 233 darstellt, geschehen ist, zuerst die an den Standorten des Instruments, an den Biegungs- oder Eckpunkten der Straßen gelegenen Gebäude und Gehöfte, wie alle diejenigen, deren Lage von außerhalb bestimmt ist, und trägt sodann die zwischen diesen gelegenen, jedoch nur nach dem Augenmaße, ein. Nach Vollendung dieser Arbeit erhält man eine Zeichnung, ähnlich wie die von Eilau und Moorheim, Fig. 232, in welcher sich mit dem ersten Blicke die massiven von den hölzernen Gebäuden, wie die Bauer- ꝛc. von den herrschaftlichen Gehöften unterscheiden lassen. Ist ein Dorf sehr eng gebaut, und kann der kleine Maßstab der Vermessung nicht alle Gebäude aufnehmen, so stellt man nur die ausgezeichneteren dar und läßt die unbedeutenderen, wie Ställe, Scheunen ꝛc., fort.

Die hinter den Gebäuden in zusammenhängender Reihe liegenden Gärten werden nur in Masse aufgenommen und ihre einzelnen Abtheilungen in militairischen Plänen nicht angegeben. Bloß besonders merkwürdige Gärten, herrschaftliche Parks mit englischen oder altfranzösischen Anlagen, nimmt man besonders auf und giebt ihre Begrenzungslinien an. Ebenso die Kirchhöfe, Edelhöfe oder herrschaftlichen Gehöfte, Schlösser ꝛc., und alle massiven Mauern, sie mögen Gärten, Gehöfte, Friedhöfe ꝛc. umschließen oder Dorfgassen einfassen, endlich die in den Gärten und Gassen zerstreut liegenden Teiche und den Ort durchrieselnde Fließe.

In Städten und Flecken sind die massiven von den hölzernen Quartieren zu unterscheiden. Die massiven Stadttheile werden in illuminirten Plänen carminroth, die hölzernen grau angelegt. Bei Flecken wird die Häuserreihe durch eine gezahnte Linie, wie in Fig. 234, und zwar roth oder schraffirt bei massiven, schwarz bei hölzernen Gebäuden, dargestellt; die Gärten hinter den Gehöften aber wie bei Dörfern grün angelegt oder schraffirt. Vorstädte werden wie Dörfer oder Flecken behandelt, je nachdem ihre Häuser zerstreut liegen oder eine aneinanderhangende Reihe bilden. Die Königlichen oder Communal-Gebäude, wie die massiven in Dörfern, sind in illuminirten Plänen durch eine purpurrothe Farbe und in

schwarz gezeichneten Plänen durch irgend eine sie von den übrigen auszeichnende Darstellungsart zu unterscheiden, die hölzernen Gebäude in Dörfern aber stets schwarz darzustellen.

Umfassungsmauern, massive Thorgebäude, Thürme einer alten Befestigung, Wälle und Gräben ꝛc. der Städte müssen ihrer Form im Grundrisse nach, wie alles das sorgfältig aufgenommen und im Plane angegeben werden, was bei einer Vertheidigung des Ortes der Besatzung vortheilhaft oder nachtheilig werden kann. Außerdem wird in dem neben der Aufnahme geführten Manual vermerkt: ob die Stadt an sich schon vertheidigungsfähig ist oder es leicht gemacht werden kann, welche Beschaffenheit die Thore und ihre Zugänge, Gräben, Wälle ꝛc., welche Stärke und Haltbarkeit die Mauern und deren Thürme haben, und alles militairisch Wichtige, was in der Zeichnung nicht darstellbar ist und daher eine besondere Aufführung oder Erläuterung nöthig macht. Dasselbe ist in Bezug auf die Kirchen, Friedäcker, Edelhöfe, Meiereien ꝛc. zu bemerken.

Die Beschreibung der Aufnahme einer Festung gehört nicht hierher. Die Vermessung der letztern ist Sache der Ingenieurs, und kann, politischer Gründe halber, nicht jedem militairischen Aufnehmer übertragen werden. Auch ist dazu eine gründlichere Kenntniß der einzelnen Festungswerke und ihrer Theile erforderlich, als von jedem Officier verlangt werden kann. Der Umfang einer Festung aber wird wie der einer jeden andern Stadt aufgenommen.

Die Aufnahme zusammenhängend. Ortschaften als besondere Arbeit

§. 439. Wenn ein bewohnter Ort unabhängig für sich aufgenommen wird, ist es in der Regel vortheilhaft, die Vermessung vom Mittelpunkt desselben, etwa von der Kirche eines Dorfes oder dem Marktplatze einer Stadt aus, zu beginnen, und, die Hauptstraßen verfolgend, nach und nach bis zu sämmtlichen Ausgängen oder Thoren zu arbeiten und diese festzulegen. Denn hat man die Radien des Ortes in Grund gezeichnet, so kann man bei Aufnahme der einzelnen Dorf- oder Stadttheile eben so wenig als bei der des Umfanges bedeutende Fehler begehen. Die Hauptstraßen bilden sodann die Hauptlinien, an welche die Aufnahme der Nebengassen geknüpft wird, und die Ausgänge Stützpunkte für die In-Grund-Legung des Umfanges und zur Verbesserung etwa begangener Fehler. Sehr günstig ist es, wenn die Kirche, oder der Punkt, auf dem man die erste Aufstellung nimmt, so liegt, daß man von dort aus gleich die Richtung mehrerer Straßen festlegen kann. Alles Uebrige geschieht gerade so, wie es im vorstehenden §. beschrieben ist.

§. 440. Die einzelnen Gehöfte einer zerſtreut liegenden Ortſchaft werden in der Regel nur beiläufig aufgenommen, d. h. ihre Lage auf dem Plane wird zugleich mit den Wegen beſtimmt, an welchen ſie liegen und die ihnen zur gemeinſchaftlichen Communication dienen. Ihre Aufnahme iſt daher von der der Wege abhängig. In hügligen oder gebirgigen Landſchaften kann man auch wohl, auf der Höhe und auf den Thalrändern fortarbeitend, die einzelnen Gehöfte, und wenn dieſe im Thale liegen, die Hauptbiegungen des durch ſie dahinfließenden Baches mittelſt Vorwärtsabſchneidens in Grund legen, ſo daß es öfters kaum nöthig wird, nach der Thalſohle hinabzuſchreiten. Wenigſtens läßt ſich auf dieſe Weiſe eine große Zahl von Punkten beſtimmen, zwiſchen welchen das Fehlende durch Croquis leicht zu ergänzen iſt. Doch muß man ſich beim Vorwärtsabſchneiden hüten, Verwechſelungen der Gehöfte oder der nach ihnen gezogenen Viſirlinien zu begehen, ein Fehler, in den man leicht verfällt, wenn man keinen ganz zuverläſſigen Führer, und ſchon hohe Nummern der anviſirten Punkte hat. Die Aufnahme zerſtreuter Ortſchaften.

Wo zerſtreute Gehöfte zu größeren Maſſen ſich gruppiren, wie gewöhnlich um Kirchen und Schulen, werden ſie wie zuſammenhängende Orte behandelt, und wo die Communicationswege dieſer Ortſchaften beſondere Namen führen, dieſe, wie die Eigennamen einzelner Gehöfte, zur Erleichterung der Orientirung mit eingetragen.

Der Umfang der die Gebäude umſchließenden kleinen Gärten wird meiſtentheils nur nach dem Augenmaße eingezeichnet. Denn eine ſorgfältige Aufnahme deſſelben würde zu viel Zeit rauben und zwecklos ſein, da die Form dieſer Gärten kein militairiſches Intereſſe hat. Anders verhält es ſich dagegen, wenn ein einzeln liegendes Gehöft von einer Mauer umſchloſſen iſt, und, wie oft das Gemäuer einer Burg- oder Schloßruine, eine militairiſch-wichtige, das Terrain beherrſchende Lage hat. Dann muß im Plane die Richtung ſeiner Mauern, im Manual die Stärke und Höhe der letzteren genau angegeben, auf die Wichtigkeit deſſelben aufmerkſam gemacht werden, und von Allem Erwähnung geſchehen, was Einfluß auf militairiſche Ereigniſſe haben kann.

### B. Nach dem Augenmaße.

§. 441. Kleinere bewohnte Orte werden im Laufe einer größeren militairiſchen Vermeſſung in der Regel nur croquirt. Mit und ohne Hilfe v. Meßinſtrumenten.

Sind ihre Eingänge und einige markirte Gebäude durch Vorwärtsabschneiden aus der Ferne festgelegt, so hat man Stützpunkte genug, um in dem kleinen Maßstabe des Plans das Uebrige richtig darstellen zu können. Der Zeitersparung wegen haben aber auch größere Dörfer und kleine Städte nicht selten dasselbe Schicksal.

Das Croquiren von Ortschaften, welches nur den militairischen Aufnehmer in Verlegenheit setzen kann, der mit deren Aufnahme mit Instrumenten nicht vertraut ist, geschieht im Allgemeinen ganz so, wie mit den letzteren. Man beginnt die Arbeit entweder an einem Haupteingange, arbeitet in der Richtung der Hauptstraße, vielleicht auch in einer oder in mehreren möglichst senkrecht darauf stoßenden Richtungen, durch den Ort hindurch, um Hauptlinien zu erhalten, an welche das Croquis der übrigen Ortstheile geknüpft werden kann, oder man geht von einem Punkt in seiner Mitte, etwa von der Kirche, aus, und legt die von hier radienartig ausgehenden Straßen fest.

Die Richtung der in den Ort hineinführenden Straße wird mit Hilfe der Croquirplanchette, der Patent- oder Orientirbouſſole, oder durch Schätzung des Winkels bestimmt, den dieselbe entweder mit dem zum Eingange führenden Wege, mit dem Alignement auf einen beliebigen aber bereits festgelegten Punkt, x, Fig. 233, oder mit der Mittagslinie macht. In gleicher Weise legt man die Richtung der Lisière, a b und a c, fest, und schreitet die Längen a b, a c und a d ab. Während man die Hauptstraße, a d, die Schritte zählend, verfolgt, zeichnet man in Dörfern links und rechts die Gehöfte ein, schreibt von Distance zu Distance die Schrittzahl ihrer Abstände daneben, bestimmt, an einer Straßenbiegung, d, oder Nebengasse, e f, angekommen, die Größe des Winkels jener, die Richtung dieser, schreibt den Grad der geschätzten Winkel, a d e und d e f, mit Zahlen hinein, schreitet die Länge e f ab, und setzt von e aus, ähnlich wie vorher, die Arbeit weiter fort. Sind endlich sämmtliche Hauptstraßen, ein Theil der Nebengassen, die Punkte, an welchen andere Nebengassen abgehen oder jene durchschneiden, die Richtungen dieser ꝛc. in Grund gelegt, so werden die Längen der noch nicht vollständig eingezeichneten Nebengassen abgeschritten, die Biegungen der letzteren und in Dörfern die an ihnen liegenden Gehöfte eingezeichnet. Hauptregel hierbei bleibt stets, alle unnützen Gänge zu vermeiden und, was gleich abgemacht werden kann, nicht zu verschieben. Wo man einen Ausgang, z. B. f, erreicht, werden

die Winkel, e f h und e f g, bestimmt, welche die den Ort begrenzenden Zäune, Hecken oder Mauern mit dem zum Ausgange führenden Wege machen, wird die Richtung der Lisière, so weit es sich thun läßt, angegeben, der Ort umgangen und seine äußere Gestalt in Grund gelegt, welches bei Dörfern um so leichter ist, wenn die Tiefen der Gärten bei allen Haupteingängen abgeschritten sind, und man sich dadurch Stützpunkte zur Darstellung des Umfanges erworben hat. Ist der Ort geradlinig oder durch eine einfach gekrümmte (gebogene) Linie, wie b f und i c, begrenzt, so kann man den Weg um den Ort herum ersparen, und die bereits bestimmten Eckpunkte, b und f, wie i und c, durch eine nach dem Augenmaße gezogene Linie verbinden.

Wird die Arbeit von einem im Innern des Ortes angenommenen Punkte begonnen, so bestimmt man die Richtung der zu verfolgenden radienartig liegenden Straßen gleichfalls entweder mit Hilfe der Croquirplanchette, nach der magnetischen Nordlinie mit Hilfe einer Patent- oder Orientirbouſſole, oder durch Schätzung der Winkel, welche sie mit einander beschreiben. In allem Uebrigen verfährt man ganz so, wie es oben angegeben ist. — Die Richtung der Kirche, anderer ausgezeichneter Gebäude oder die Richtung ganzer Straßen zur magnetischen Nordlinie läßt sich auch, falls man keine Croquirplanchette oder Patentbouſſole besitzt, mit Hilfe der Orientirbouſſole ziemlich genau bestimmen, wenn man eine Kante der Bouſſolenplatte an eine Frontmauer hält, und den Winkel vom Gradringe ablies't, auf den die Magnetnadel einspielt.

Ehe man zur Anfertigung des Croquis eines größeren Dorfes mit vielen, vielleicht sehr gekrümmten, Gassen, oder einer unregelmäßig gebauten kleinen Stadt übergeht, ist es zweckmäßig, den Ort zu durchgehen, sich eine Anschauung von der Lage und Richtung seiner Plätze und Gassen zu verschaffen, zu beurtheilen, ob es rathsamer sei, von einem seiner Eingänge oder von seiner Mitte aus die Arbeit zu beginnen, und sich einen Plan zu seiner Aufnahme zu entwerfen. Wer diese Vorsicht nicht beobachtet, kommt leicht in die Gefahr, sich während des Croquirens zu verwickeln.

Auch wenn man eine Croquirplanchette besitzt, ist es gerathen, nur die äußeren Umrisse der einzelnen Dorf- oder Stadttheile auf jene im Maßstabe des Plans zu zeichnen, alles Uebrige aber in ein besonderes, auf ein Blatt Papier entworfenes Croquis einzutragen, welches, um den Raum zur Darstellung

nicht zu beschränken, mindestens im doppelten, besser im dreifach größeren Maßstabe angefertigt wird. Das Croquis gleich nach Beendigung der Aufnahme des Orts auf dem Felde in die Reinzeichnung zu übertragen, würde unnützer Aufenthalt sein. Dies Geschäft wird daher bis zur Heimkehr von der Feldarbeit verschoben.

Ueber die Aufnahme der zerstreuten Gehöfte einer Ortschaft nach dem Augenmaße ist nichts zu erinnern. Sie ergiebt sich aus §. 440. zur Genüge.

### Von der Aufnahme einer ganzen Gegend.

Die Aufnahme und Darstellung einer ganzen Gegend ist d. End-zweck des bisher Abgehandelten.

§. 442. Verbindet man die in den vorstehenden §§. abgehandelten Lehren und Lösungen von Aufgaben mit einander, so kann es nicht schwer fallen, eine ganze Gegend mit ihren Wegen, fließenden und stehenden Gewässern, Wiesen, Wäldern, Bergen, Dörfern, Städten ꝛc. aufzunehmen, denn die Vermessung und Darstellung derselben ist der Endzweck alles bisher Abgehandelten.

Wie die einzelnen Operationen der Triangulation, die verschiedenen Verfahrungsarten bei In-Grund-Legung der einzelnen Terraingegenstände, die Aufnahme mit Instrumenten und das Croquiren aneinandergereiht werden, zusammengreifen und sich gegenseitig unterstützen müssen, um schnell und sicher das vorgesteckte Ziel einer guten Arbeit zu erreichen, das muß dem Detailaufnehmer sein Ingenium sagen. Es kann nicht gelehrt werden, weil es vom concreten Falle abhängig ist. Nur ganz allgemeine Andeutungen über den Gang der Arbeit lassen sich geben.

#### 1. Wenn die Aufnahme mit Hilfe von Meßinstrumenten bewirkt wird.

Allgemeine Regeln über die Führung der Arbeit.

§. 443. Sobald die Triangulation vollendet ist, beginnt die Detailaufnahme (§. 365.). Die durch erstere erhaltenen Punkte tragen nicht nur wesentlich zur Richtigkeit des Ganzen bei, sondern sie gewähren auch dem Detailaufnehmer sichere Stationsorte, von denen sich wieder nach allen Seiten hin die Lage einer unzähligen Menge von untergeordneten Terraingegenständen bestimmen läßt. Wird die Mehrzahl der letzteren aber durch Vorwärts- und Seitwärtsabschneiden ꝛc. in Grund gelegt, so findet die Richtigkeit nicht minder im Kleinen als im Großen Statt, und man kann die stets ungewissen und zeitraubenden unmittelbaren Messungen fast gänzlich entbehren oder wenigstens nur auf Bestimmung geringer Abstände und

auf solche Terrainstellen beschränken, wo man der freien Umsicht beraubt ist.

In einer freien und flachen Gegend ist es freilich ganz gleichgiltig, welcher Theil zuerst aufgenommen wird. Nicht so, wenn das aufzunehmende Terrain in mehreren Richtungen von Höhenrücken, mit Bäumen eingefaßten fließenden Gewässern und Gräben, Wäldern ꝛc. durchschnitten, oder von einzelnen Hainen, hohen Hecken, Gehöften und anderen baulichen Gegenständen so eingenommen ist, daß man nicht frei um sich sehen kann. In einer solchen Gegend thut man wohl, die Arbeit mit dem Theile der Section zu beginnen, der unbedeckt, eben und wo möglich auch hoch gelegen ist, und es gestattet, in den zur Seite gelegenen tieferen Gegenden oder Niederungen eine Anzahl von Richtobjecten festzulegen. Ueberhaupt ist es rathsam, stets vom Leichteren zum Schwereren überzugehen; daher ein sehr verwickeltes, durchschnittenes und bedecktes Terrain, in dem man mehr oder weniger zu directen Längenmessungen und zu dem Orientiren des Meßtisches entweder durch Rücksicht oder nach der Bouffole verurtheilt ist, rund herum zu arbeiten, und seine Eingänge und Grenzen gerade wie bei Wäldern in Grund zu legen. Wer diese Regel befolgt, nicht auf's Gerathewohl, sondern von verschiedenen Seiten aus in jenes Terrain hineinarbeitet, es in mehrere Abschnitte zerlegt, jedes Tagewerk an sicher bestimmten Punkten der Grenzlinien beginnt, und die in ihm von außerhalb festgelegten Punkte zur Ausgleichung entstandener Fehler benutzt, kann jenen Raum mit der Zuversicht, eine sichere Arbeit zu liefern, betreten.

Bei Aufnahme einer ausgedehnteren Gegend ist es stets vortheilhaft, mit seiner Arbeit dem Zuge von Wegen, Terraineinschnitten und Höhenzügen zu folgen. Die ersteren gewähren, wenn sie gerade sind, den Vortheil der Standlinien. Allein auch hierin sei man nicht pedantisch. Liegen wichtige Terraingegenstände einige hundert Schritt zur Seite, so begebe man sich zu ihnen, stationire sich daselbst, nehme sie und das umliegende Terrain auf, und kehre dann erst wieder zu der bis dahin verfolgten Linie zurück. Versäumt man diese Gelegenheit zur In-Grund-Legung jener Gegenstände, und entfernt man sich weiter von ihnen, so büßt man vielleicht später seine Unachtsamkeit durch einen weiten zeitraubenden Gang. Ueberhaupt muß der Detailaufnehmer sich stets vom Terrain leiten lassen und nicht streng an seiner Arbeits-Disposition kleben. Wer auf dem Felde sich überzeugt, daß er auf einem anderen Wege

schneller und besser zum Zwecke kommt, schlage diesen ein. Allein auch eben so wenig lasse er sich gleich ohne genaue Prüfung, wenn eine Localität nur ein wenig anders ist, als er sie vermuthete, aus seiner Bahn werfen. Es kann ihm viele Schweißtropfen kosten.

Beim Beginn des Tagewerks nehme man seine erste Aufstellung wo möglich dort, wo vom Hauptwege Nebenwege abgehen, wo fließende Gewässer denselben durchschneiden, wo er große Biegungen macht, an einzelnen Gehöften, Capellen, Kreuzen ꝛc. vorbeigeht, wie überhaupt auf Punkten, von welchen aus man die Terrainformation am besten beurtheilen und zugleich zur Seite gelegene Gegenstände in Grund legen kann. Sind dergleichen Orte nicht schon früher geschnitten, so wird ihre Lage auf der Tablette durch Rückwärtseinschneiden gefunden. So großen Nutzen Letzteres auch gewährt, so wenig ist es für den schnellen Fortgang der Arbeit rathsam, sich auf jedem, etwas entfernt von dem vorigen gelegenen, Standorte auf diese Weise zu stationiren. Sie raubt nicht selten viel Zeit. Es ist daher sehr angemessen, bevor man den alten Standort verläßt, zu bestimmen, wo man die neue Aufstellung nehmen will, dahin zu visiren, und sich dort, wenn das Terrain es irgend zuläßt, seitwärts abzuschneiden. Ist dies aber mehrere Mal geschehen, berührt man während dessen keinen sicher bestimmten Punkt, so schneide man sich wieder rückwärts ein, um eine Fortpflanzung und Vergrößerung der beim Seitwärtsabschneiden durch eine mangelhafte Orientirung vermittelst Rücksicht etwa erzeugten Fehler zu vermeiden. Von einem aus der Ferne geschnittenen Punkte zum andern fortzuschreiten, dürfte selbst auf dem günstigsten Terrain nur höchst selten möglich sein.

Auf jedem Stationsorte lege man Alles in Grund, was sich nur irgend sicher bestimmen läßt, sowohl den Zug der Wasserfurchen, Höhenrücken, fließenden Gewässer, Wiesen- und Waldgrenzen ꝛc., als Bergkuppen, einzelne Gehöfte, Sand- und Lehmgruben ꝛc.; messe oder schätze die Böschungswinkel, und trage Alles nach dem verjüngten Maßstabe in seinem richtigen Verhältnisse ein. Der Abstand der ganz nahe liegenden Gegenstände wird geschätzt, die Form des Grundrisses der unbedeutenderen nach dem Augenmaße gezeichnet, der Abstand der etwas entfernteren, d. h. solcher, die nicht weiter als 400 bis 600 Schritt liegen, nachdem sie anvisirt sind, abgeschritten und nach dem Schrittmaßstabe eingetragen; noch entferntere endlich

werden anvisirt oder geschnitten. Ganz unbedeutende Sand- und Lehmgruben, ganz kleine Wiesen und Dümpel, wie überhaupt alle natürlichen Terraingegenstände, die nicht über 50 bis 80 Schritt Ausdehnung haben, werden weggelassen. Bilden indessen kleine Wiesen und Dümpel ꝛc. eine zusammenhängende Reihe, wie dies in einem wellenförmigen Terrain, das Thon- oder Lehmboden zur Unterlage hat, nicht selten der Fall ist, so muß wenigstens ihr Zug angegeben werden, weil er zur Charakteristik des Terrains beiträgt. Kalk- und andere Steinbrüche, Kohlengruben, wie Bergwerke, einzeln stehende ausgezeichnete Bäume, Grenzpfähle, kleine Capellen, Heiligenbilder, Kreuze, Wegweiser ꝛc. dürfen einzuzeichnen nie versäumt werden. Die letzteren können, wenn ihr Standort sicher bestimmt ist, theils dem Detailaufnehmer zu Richtpunkten, theils in der Folge, beim Gebrauch der Pläne, zur Orientirung wichtig werden.

Bevor man den Stationsort verläßt, wirft man einen prüfenden Blick auf die Arbeit, überzeugt sich von der Richtigkeit derselben, besorgt sogleich die etwa nöthigen Correcturen, holt das vielleicht Versäumte nach, und setzt dann erst seinen Weg weiter fort, wenn durchaus nichts zu erinnern ist.

Der Plan zur Vermessung ist so anzuordnen, daß jeder unnütze Weg vermieden, jeder Terrainabschnitt umkreis't, und keiner doppelt betreten wird. Man wähle daher, um dorthin zu kommen, wo man die Arbeit beginnen will, nicht bereits aufgenommene, sondern noch unbetretene Wege, croquire sie während des Ganges, eröffne die Arbeit auf einem entfernten neuen Stationsorte, arbeite von dort gegen das schon vermessene Terrain heran, oder kehre auf anderen als den bereits zurückgelegten Wegen zu dem Punkte zurück, von dem man ausging. Hierdurch gewinnt man Gelegenheit, das im Innern des umkreis'ten Raumes gelegene Terrain von allen Seiten zu sehen, seinen Zusammenhang richtig zu beurtheilen, mehrere Punkte und Kuppen auf ihm festzulegen und größere Terrainstrecken mit Leichtigkeit und Sicherheit zu croquiren, wodurch die Arbeit sehr gefördert wird.

Sollte z. B. der in Fig. 332 dargestellte Terraintheil aufgenommen werden, so würde man sich vielleicht am ersten Tage auf der nicht fern vom südlichen Ausgange von Koppenhausen gelegenen Bergkuppe, M, oder in der Straße neben derselben, stationiren, auf der einen Seite die Straße bis zum Dorfe und dessen südliche Lisière, auf der andern Seite erstere bis

zur südlichen Begrenzungslinie, AGL, der Section in Grund legen, dabei die Wasserfurchen und Rücken, über welche die Straße fortgeht, wie die von ihr tangirte Kuppe T, einzeichnen, ferner durch Vorwärtsabschneiden östlich der Straße die Lage der Kuppen α, β, γ und δ, westlich die der Kuppen l, i, h, b und k; durch Alignements und Abschreiten den östlichen und westlichen Fuß des Höhenrückens, auf dem die Straße dahinläuft, bestimmen, und endlich die Böschungswinkel sämmtlicher Gehänge, die man berührt, messen, auf die betreffenden Stellen schreiben, und auf den Standorten bei M, T und südlich der Kuppe l, wo der Feldweg gegen Westen geht, die Horizontalen des aufgenommenen Terrains so weit auf der Tablette ausziehen, als man die nöthigen Angaben dazu einsammeln konnte.

Jetzt folgt man vielleicht dem über O und Q nach P führenden Wege, legt rechts die Einsattelungen und den verbindenden Höhenrücken zwischen den Kuppen l, i und h, links die gegen die Südgrenze der Section sich erstreckenden Schluchten und den Fuß der Berge fest; mißt die Böschungswinkel und trägt sie auf die betreffenden Stellen; nimmt den Weg OB, die Waldgrenze BPQR, den Weg SQ, das Höhenterrain, über welches man hierbei fortschreitet, der Lage seiner Kuppen, Wasserfurchen, verbindenden und abfallenden Rücken nach, auf, und schreibt überall die Böschungswinkel ein.

Nachdem man von P aus bis zum südwestlichen Winkelpunkt der Section, theils genau mit dem Meßtische, theils durch Croquiren, den Fuß, die Abfälle und kleinen Schluchten des Bergterrains aufgenommen, und die beiden kleinen Berge zwischen BQ mittelst Horizontalen projicirt hat, folgt man dem Wiesenthale bis E*). Dabei legt man die Thalsohle, mit dem in ihrer Mitte fließenden Bach, rechts die Thalwände, die dieselben durchbrechenden Schluchten, die abfallenden Rücken gekrümmter Bergflächen, den Saum des Waldes, die Endpunkte der denselben durchziehenden Wege ꝛc., links die Aus-

*) Könnte man sich im Thale bei P und weiter abwärts nicht stationiren, so würde man von Q über R, y, ϱ, τ, m, n und o nach d fortarbeiten, dabei die Waldgrenze, das Höhenterrain mit allen seinen Kuppen, Höhenrücken und Schluchten festlegen, die durch den Wald hindurchführenden Wege, bis sie auf die Thalsohle treten, croquiren und einzeichnen, und an einem spätern Tage erst die Thalsohle aufnehmen.

läufe des flachen Terrains fest, und schreibt die Böschungswinkel der Gehänge ein.

Verfolgt man endlich von E den Weg über v und F, oder den Höhenrücken r, q, p und f bis Koppenhausen und dem südlichen Ausgange desselben, legt man zu beiden Seiten der verfolgten Linie in Grund, was sich nur irgend bestimmen läßt, so wird es mit keiner Schwierigkeit verknüpft sein, wenn man auf den Wegen und Höhenrücken, die das umarbeitete Terrain durchziehen, noch einige wenige Aufstellungen nimmt, die Aufnahme desselben zu vollenden, und in Bleistift so vollständig auszuzeichnen, als es für die spätere Ausarbeitung in Tusche erforderlich ist.

Am zweiten Tage könnte man auf der Kuppe α die Arbeit beginnen; zunächst dem Höhenzuge bis γ folgen, dabei die enge Thalschlucht GxN und die rechte Thalwand derselben, so weit man sie übersehen kann, mit ihren Schluchten und tiefen Wasserrissen, Kuppen und abfallenden Rücken ꝛc. festlegen. Von N würde man im Thale bis H, von dort auf seinem linken Ufer, die östlichen Ausgänge von Koppenhausen, die Biegungspunkte der von dort nach Moorheim führenden Allee, und die beiden Kuppen südwestlich derselben ꝛc. durch Schnitte bestimmend, bis Moorheim, von hier auf der großen Straße bis in die Nähe von E die Messung fortsetzen, dort zum Schluß (Zusammenpassen) bringen, und endlich das Dorf und den Rest des umkreis'ten Terrains theils mit dem Meßtische, theils mit Hilfe der Croquirplanchette aufnehmen.

Am dritten Tage würde man vielleicht von der Kuppe α aus der südlichen Grenzlinie der Section folgen, sich in L stationiren, vom Bache sich nach Moorheim leiten lassen, dort die Arbeit der des gestrigen Tages anschließen, dies Dorf wie Eilau aufnehmen, die den Terrainabschnitt durchschneidenden, im Plane durch gerissene Linien angedeuteten, Wege verfolgen, und da die Hauptkuppen, U, V, W ꝛc., dieses Raumes bereits während der Umkreisung festgelegt sind, mit leichter Mühe alles noch Fehlende näher bestimmen, aufnehmen und das Tagewerk wieder an der südlichen Grenzlinie der Section beenden können.

Eine solche Leitung der Aufnahme hat, nächst den schon genannten, den sehr bedeutenden Vortheil, daß man über die Richtigkeit seiner Arbeit nie in Zweifel sein kann. Denn paßt sie dort, wo man wieder den Punkt erreicht, an dem das Tagewerk durch die erste Stationirung begann, oder wo sie Tages zuvor liegen blieb, nicht zusammen, so hat sich irgend wo ein

Fehler eingeschlichen, der sogleich aufgesucht und fortgeschafft werden kann. Auch ist die Fortpflanzung der innerhalb eines umkreis'ten Terrains entstandenen Fehler über diesen Raum hinaus unmöglich.

Finden sich nicht so entschieden ausgesprochene Naturgrenzen, wie in unserm Beispiele, so folgt man dem Zuge von Straßen und Wegen, wie es von Moorheim aus nach E geschehen ist, oder willkürlich aber zweckmäßig gewählten Alignements, wie z. B. von der Kuppe a längs der Südgrenze der Section nach L.

Das auf der Nordseite von Koppenhausen gelegene Terrain würde, ähnlich wie das diesen Ort umschließende, in 3 Tagen aufgenommen werden können, und der Detailaufnehmer, wenn er weite Wege vermeiden will, genöthigt sein, sein Quartier nach einem anderen Orte zu verlegen. Selten lassen sich aber auf dem Raume einer Section 6, häufig nicht einmal 4 für ihn geeignete Quartiere finden, wenn er nicht mit finsteren Bauer- oder Schenkstuben fürlieb nehmen will. Er wird es daher mit dem besten Willen nicht immer vermeiden können, weite Wege zu machen, bevor er auf von ihm unbetretenes Terrain kommt. Dann ist es aber doppelt seine Pflicht, sparsam mit der Zeit umzugehen und jede Minute zu berechnen.*)

Grenzen die von einem Detailaufnehmer während der 5 Monate Juni bis incl. October gewöhnlich aufzunehmenden beiden Sectionen an einander, so darf er nicht versäumen,

---

*) In solchen Fällen, wie überhaupt sehr häufig, wo ein verwickeltes oder viel Zeit raubendes Terrain aufzunehmen war, kehrte ich, um die Arbeit nicht zu unterbrechen, nicht zum Mittagessen nach dem fernen Quartier zurück, sondern trat, wenn ich mich zu dieser Zeit in der Nähe von zerstreut liegenden Gehöften oder eines Dorfes befand, in das erste beste Haus ein, bereitete daselbst in einer zu diesem Zweck stets mitgeführten Maschine Caffee, nahm ein sehr frugales Mahl ein, ruhte während der heißesten Stunden des Tages und setzte dann erfrischt die Arbeit weiter fort. — Im Juni und Juli ist es nicht rathsam, sehr früh zur Arbeit auszugehen. Es fallen häufig starke Nebel, und man bekommt, falls man über Felder und durch Saaten gehen muß, nasse Füße. Die frühen Morgenstunden benutzte ich daher in der Regel zum Ausziehen der Arbeit des vorhergehenden Tages mit Tusche. — Um mich gegen nasse Füße zu schützen und leicht gehen zu können, trug ich Schuhe und Camaschen, und ließ den Boten ein zweites Paar nebst Strümpfen zum Wechseln mit zur Feldarbeit nehmen. — Man vergebe mir diese Bemerkung.

solche auf der Grenze beider Sectionen liegenden Terraintheile, welche von der der 2ten Section aus entweder nicht zu übersehen, schwer zugänglich, mithin nur mühsam und langsam durch unmittelbare Distancenmessung in Grund zu legen sind, sogleich aufzunehmen, über die Grenzlinie der ersten Section hinaus auf den Rand der Tablette zu zeichnen, und nach Vollendung der Arbeit auf das zweite Blatt zu übertragen. Sollte sich zufällig in der ersten Section ein solcher Terraintheil befinden, so ist es viel rathsamer, ihn vorläufig liegen zu lassen und mit der zweiten Section aufzunehmen, als durch ein so mühevolles Geschäft die kostbare Zeit zu vergeuden und, um eine Section vollendet zu haben, einen Terraintheil ungenau aufzunehmen, den man später vollkommen sicher in Grund legen könnte.

Allgem. Regeln für die Darstell. des aufgen. Raumes während der Vermess.

§. 444. Ein jeder zu einer topographischen Vermessung commandirte Officier sollte sich von der Ansicht leiten lassen, seine Arbeit so einzurichten, daß, wenn er abberufen werden, erkranken oder gar sterben sollte, ein Anderer die hinterlassene Aufnahme nicht nur sogleich auszeichnen, sondern auch ohne jeden Zeitverlust und jede Schwierigkeit weiter und zu Ende führen kann. Daher sollte kein militairischer Aufnehmer sich nach geschlossenem Tagewerk eher nach Hause begeben, als bis das ganze aufgenommene Terrain mit allen Einzelnheiten der Höhen und Vertiefungen, Wiesen und fließenden Gewässer, Wälder und bewohnten Orte ꝛc. richtig in Grund gelegt und so dargestellt ist, daß jeder Zeichner sich daraus vernehmen kann, und er sich überzeugt hat, daß überall die größte Uebereinstimmung zwischen Bild und Original herrscht. Leider können manche Aufnehmer diesen Gedanken nicht fassen. Sie glauben nichts Besseres thun zu können, als wenn sie auf Blättchen Papier Croquis schwieriger Terrainstellen anfertigen, diese Brouillonzeichnungen mit Tusche und Farben ausführen, und bei gelegener Zeit, oft nach Wochen, ja nach Monaten in die Reinzeichnung übertragen.

Nach der von mir gewonnenen Ueberzeugung kann ich ein solches Verfahren durchaus nicht billigen. Abgesehen davon, daß schon durch das Croquiren ein Theil der Genauigkeit einer wirklichen Meßtischaufnahme und durch das Copiren ein Theil der Genauigkeit des Originals verloren geht, sind auch Irrungen unvermeidlich, und der Aufnehmer ist gezwungen, wenn er beim Uebertragen jener Croquis auf das Meßtischblatt zu einer Zeit, wo er sich nicht mehr auf dem Terrain befindet,

auf Unvollständigkeiten, Differenzen und Widernatürlichkeiten stößt, diese aus dem Gedächtniß zu beseitigen, und, wenn letzteres seine Treue nicht bewährt, der Phantasie freien Spielraum zu lassen.

Sage kein militairischer Aufnehmer, des Details sei zu viel, als daß er im Stande wäre, auf dem Felde Alles so bestimmt anzudeuten oder auszuführen, als es nöthig ist, um bei der Ausarbeitung nichts zu vergessen und sich später ohne Irrung aus den vielen Linien und anderen Zeichen herauszufinden, und daß er deshalb jener farbigen Croquis bedürfe. Diese Meinung beruht auf Irrthum. Was sich mit der Feder ausdrücken läßt, ist auch mit einem scharfen englischen Bleistift darzustellen. Eine Bleistiftlinie nimmt nur unmerklich mehr Raum ein als eine Tuschlinie. Befleißige er sich nur der Sauberkeit und Schärfe der Darstellung, und vor Allem der peinlichsten Ordnung, so wird ihm der Raum nicht fehlen. Zieht er, wenn auch nicht täglich, so doch einen Tag um den andern, jedenfalls 2 Mal wöchentlich, die aufgenommenen Orte, Wege, Wiesen, Bruch- und Waldgrenzen ꝛc. mit Tusche aus, bezeichnet er auf dem Plane gleich während der Feldarbeit die leicht zu Irrungen Anlaß gebenden natürlichen und künstlichen Terraingegenstände mit Nummern oder Buchstaben, trägt er diese mit ihm etwa nöthig scheinenden Erläuterungen in das Namenbuch (§. 289.), ja noch mehr, nimmt er aufgelöstes Carminroth, Carminblau und sehr verdünnten Grünspan in kleinen Fläschchen mit auf das Feld hinaus, zeichnet er massive Brücken ꝛc. gleich roth, die Conturen stehender und fließender Gewässer wie nasse Gräben blau, und die Grenzen der Wiesen ꝛc. mit Grünspan ein, deutet er die Bäume an den Waldrändern, Allee'n und Gewässern durch einzelne Punkte, die nassen und sumpfigen Stellen der Wiesen ꝛc. mit den gebräuchlichen Signaturen an, so sind alle Irrungen vermieden, alle nur zu Ungenauigkeiten verleitende Brouillonzeichnungen nutzlos geworden, und er hat stets ein zusammenhängendes Bild der aufgenommenen Gegend vor Augen, kann vorgefallene Fehler entdecken und verbessern, und für vollständige Richtigkeit seiner Arbeit stehen. Keinen Augenblick zweifeln wir daran, daß ein jeder vollständig ausgebildete militairische Aufnehmer, dem man am westlichen Ausgange von Eilau die Vollendung der in Fig. 232 dargestellten Aufnahme übertrüge, dieselbe ohne Zeitverlust würde fortsetzen und das vollständig in Grund gelegte Terrain ohne Irrung auszeichnen können. — Ganz anders würde sich dagegen

die Sache verhalten, wenn er nur einzelne unzusammenhängende Fragmente auf der Tablette, das übrige Terrain, je nachdem es mehr oder weniger Ortschaften angehört, auf 3, 4 oder mehreren Croquirblättern, und auf diesen zum Theil nur nach dem richtigen verjüngten Maßstabe, zum größern Theil aber, namentlich fast Alles, was sich auf die Darstellung der Unebenheiten des Bodens bezieht, nach dem Augenmaße dargestellt erhielte. — Welche Schwierigkeiten würde ihm das Zusammentragen und Aneinanderpassen jener Blätter und die Unterscheidung des richtig Bestimmten von dem nach dem Augenmaße Eingezeichneten verursachen? Mit großer Zuversicht kann man annehmen, daß er, wenn er nicht viel Talent und eine große Devinationsgabe besitzt, ein Zerrbild produciren würde. Will er sich dieser Gefahr nicht aussetzen, so bleibt ihm nur übrig, die alte Arbeit zu verwerfen, und das Terrain von neuem aufzunehmen.

Jeder Tag, an dem der militairische Aufnehmer durch Regen oder andere Störungen verhindert wird, seine Feldarbeit fortzusetzen, muß zur Ausziehung von Wegen, Wiesen-, Wald-, Dorfgrenzen ꝛc., zum Einschreiben von Namen mit unausgefüllter Schrift und zur Ausarbeitung des Höhenterrains sorgfältig benutzt werden, damit im Verfolg der Arbeit das nur mit Bleistift Dargestellte nicht unkenntlich wird oder ganz verlöscht, wodurch einerseits die Genauigkeit der Formen leiden, andererseits aber ein oder der andere Gegenstand gänzlich aus der Zeichnung verschwinden würde. Freilich wäre es in vieler Beziehung vortheilhaft, wenn auch das aufgenommene Höhenterrain an jedem Tage ausgezeichnet werden könnte; die Darstellung würde charakteristischer werden, da das Terrain dem Gedächtniß noch in lebhaften Farben vorschwebt. Allein doppelter Gründe wegen ist dies nicht ausführbar. Einmal kann der militairische Aufnehmer in unserer Zone nicht auf lauter heitere Tage rechnen. Er muß also, um später nicht in Verlegenheit zu kommen, mit dem schönen Wetter geizen, und seine Feldarbeit so anhaltend als möglich betreiben. Zweitens, kommt er an einem heißen Tage erhitzt oder von vielem Gehen ermüdet nach Hause, und ist sein Blut in lebhafterer Bewegung als gewöhnlich, so ist die zitternde Hand zum Schönzeichnen nicht geeignet; er würde unmöglich seinem Plane ein gefälliges Ansehen geben können. Auch ist man nicht an jedem Tage zum Zeichnen gleich gestimmt; die verschiedenen Tagewerke würden sich mehr oder weniger von einander unterscheiden, wodurch

ein bruchstückweise angefertigter Plan nicht wie aus einem Gusse entstanden aussehen würde, was nothwendig auf den Ausdruck und die spätere Beurtheilung des dargestellten Terrains sehr nachtheilig influiren müßte.

Der militairische Aufnehmer sorge daher vornehmlich dafür, daß Alles, was zart in feinen Bleistiftlinien angedeutet und, dem Verlöschen am meisten ausgesetzt, zu Irrungen Anlaß geben kann, von Zeit zu Zeit mit Tusche ausgezogen oder mit Bleistift aufgefrischt, und Alles, was sich auf die Darstellung der Unebenheiten des Bodens bezieht, bis zu dem Tage sichtbar erhalten werde, an dem er, an der Feldarbeit verhindert, gleich größere Terrainstrecken im Zusammenhange ausarbeiten kann.

Die Farben aller größeren Flächen, wie Wiesen, Dörfer, Städte, Flüsse, See'n, Teiche ꝛc., werden aber erst nach Vollendung der Aufnahme und wo möglich an einem Tage aufgetragen, theils damit die Sonne sie während der Feldarbeit nicht ausziehe, wodurch sie ein fahles Ansehen bekommen, theils damit die Farben mit einander harmoniren und der Plan nicht etwa buntscheckig werde. Eine gefällige Illumination trägt zur Verschönerung eines Planes außerordentlich viel bei, während eine übereilte, ungleichmäßige oder grelle ihm ein widerliches Ansehen giebt, und einen selbst mit der größten Mühsamkeit gezeichneten verdirbt (§. 101.). Es kann also bei ihrer Ausführung Sorgsamkeit nicht genug empfohlen werden. —

Die Schrift endlich muß, um beim Auftragen der Farben nicht zu verlöschen, nur in ihren Umrissen, wo Bergterrain hinkommt, eher als dieses hergestellt und erst nach Vollendung des Ganzen schwarz ausgefüllt werden.

Bemerkungen über die Zeitbenutzung.

§. 445. Ein guter Wirth stellt seine Ausgaben in Verhältniß mit seinen Einnahmen. Ebenso macht es ein vorsichtiger militairischer Aufnehmer mit der Zeit. Wer dies verabsäumt, nicht genau berechnet, wie viel Tage zu seiner Disposition stehen, kommt in die Gefahr, anfänglich mit ihnen zu verschwenderisch umzugehen, später an Zeitmangel zu leiden, und seine Arbeit über's Knie zu brechen.

Sollen zwei Sectionen der oben (§. 51.) angegebenen Größe oder in unserer Zone etwa $4\frac{1}{2}$ □ Meilen während der 5 Monate Juni bis incl. October oder in 153 Tagen aufgenommen und ausgezeichnet werden, so muß fast keine Stunde unbenutzt vorübergehen. Rechnet man:

1) auf

1) auf das Aufspannen des Papiers, die Recognoscirung und das Auftragen der trig. Punkte, à Sect. 2 Tage, so macht dies 4 Tage.
2) auf die Triangulation jeder Section 2 bis 3 Tage . . . . . 6 „
3) auf Quartierwechsel ꝛc. à Sect. 4 Tage . . . . 8 „
4) die Sonntage ab . . . . . 22 „

also in Summa 40 Tage.
Es bleiben mithin von 153 Tagen
nur noch etwa 113 Arbeitstage.

5) Rechnet man von diesen wieder etwa $\frac{1}{3}$ der ganzen Zeit oder 38 Tage ab, wo Regen, Nebel oder andere zufällige Störungen das Arbeiten auf dem Felde nicht gestatten, die aber zum Zeichnen benutzt werden können . . . . . 38 Tage.

so bleiben für die Feldarbeit nur noch 75 Tage.

Jede Section zerfällt (§. 287.) in 36 Quadrate zu 500° oder $\frac{5}{6}$ Meile Seitenlänge, mithin beide Sectionen in 72 Quadrate. Es muß also der Detailaufnehmer bemüht sein, an jedem Tage so viel Terrain aufzunehmen, als ein solches Quadrat umfaßt. In einem schwierigen, sehr verwickelten Terrain ist dies allerdings nicht möglich, allein in einem weniger verwickelten kann er dafür auch wieder mehr aufnehmen. Sein Augenmerk wird daher sein, nach einer 36tägigen Detailaufnahme seine erste Section vollständig in Grund gelegt zu haben. Hat er viel mit üblem Wetter zu kämpfen, so kann er auch, wenn er den Umfang der Dörfer, kleinen Städte und Flecken in Grund gelegt hat, das Innere derselben, bei schlechtem Wetter unter dem Regenschirm, croquiren, welches um so leichter ausführbar ist, wenn er Croquirblätter von Chartenpapier besitzt.

Prüfung der Zeichnung d. aufgenomm. Terrains.

§. 446. Nächst dem Detailaufnehmer, der seinen Namen und das Jahr der Vermessung unter die von ihm bearbeiteten Sectionen setzen muß, ist der Dirigent der Vermessungsabtheilung für die Richtigkeit der eingereichten Aufnahmeblätter verantwortlich. Ihm muß es daher überlassen bleiben, so oft und wann er will, die Arbeiten seiner Untergebenen zu prüfen. Nichts ist aber leichter als dies.

Befindet sich der Plan noch auf der Tablette, so stellt man den Meßtisch auf einen Umsichtspunkt, schneidet sich daselbst rückwärts ein, und überzeugt sich, ob der gefundene Punkt mit dem bereits auf dem Plane dafür angegebenen zusammentrifft. Hierauf orientirt man die Tablette, zieht Visirlinien nach allen

sichtbaren, nah und fern gelegenen markirten Gegenständen, und kann mit der Arbeit vollständig zufrieden sein, wenn jene Linien die gleichnamigen Punkte der Tablette schneiden, oder bei den unwichtigeren nur ein wenig vorbeigehen. Treffen sie aber keinen jener Punkte, schlagen sie mehr oder minder weit vorbei, so ist entweder die Arbeit fehlerhaft, der Standort nicht richtig auf der Tablette gefunden, oder aber letztere mangelhaft orientirt. Um seiner Sache vollkommen gewiß zu werden, begiebt man sich nach irgend einem anderen Uebersichtspunkt und wiederholt dort das vorige Verfahren. — Nächstdem wird die Terraindarstellung einer Prüfung unterzogen. Zuerst theoretisch, indem man untersucht, ob überall den Gesetzen der Lehre von der Bergzeichnung und Terrainbildung genügt ist, dann practisch, indem man in einigen willkürlich gewählten Alignements fortschreitet, die in ihnen und rechts und links gelegenen Gehänge, Wasserfurchen, Kuppen ꝛc. croquirt, die Böschungswinkel mißt, darauf das Croquis mit der Zeichnung vergleicht, und mit Zirkel und verjüngtem Maßstabe untersucht, ob Alles richtig auf die betreffenden Stellen getragen ist. Aehnlich überzeugt man sich von der Richtigkeit der Darstellung bewohnter Orte sehr schnell, wenn man einzelne, wo möglich Nebengassen, croquirt, und das erhaltene Bild mit dem auf dem Plane vergleicht.

Die Prüfung eines bereits vollendeten und von der Tablette geschnittenen Aufnehmeblattes beginnt man in der Regel mit der Bergzeichnung, untersucht diese, wie es oben (§. 85.) näher angegeben ist, zieht vielleicht einige Linien quer über das Blatt, construirt die Profile dieser Richtungen und sieht, ob man dabei auf Widernatürlichkeiten stößt. Finden sich einige Stellen, auf denen gegen die Gesetze der Theorie der Bergzeichnung und Terrainbildung verstoßen zu sein scheint, so bemerkt man sich dieselben, und vergleicht sie später mit dem Terrain, indem man, die Schritte zählend, einen Weg, oder besser ein beliebig gewähltes Alignement, verfolgt, und beurtheilt, ob überall zwischen Zeichnung und Terrain Uebereinstimmung herrscht. Unwesentliche Differenzen, die auf den Ausdruck des Charakters der dargestellten Gegend keinen Einfluß haben, läßt man passiren, wesentlichere sogleich rectificiren, während sehr bedeutende ein gänzliches Verwerfen der Arbeit zur Folge haben können. — Was endlich die Lage der verschiedenen anderen Terraingegenstände anbetrifft, so ergiebt sich deren Richtigkeit auf dem Plane sehr leicht, wenn man untersucht, ob die in den,

über den letzteren in willkürlichen Richtungen gezogenen, Visirlinien gelegenen Gegenstände auch auf dem Terrain in denselben Vertikalebenen liegen. Die Nachmessung einer Linie scheint unnöthig, denn ist bei der In-Grund-Legung irgend eines wichtigen Richtobjectes ein bedeutender Fehler vorgefallen und nicht rectificirt worden, so muß eine Verschiebung der nebenliegenden Gegenstände die Folge gewesen sein. Liegen indessen die in einigen willkürlich gewählten Alignements befindlichen Hauptgegenstände richtig, so ist nicht zu vermuthen, daß in Bestimmung der Lage untergeordneter ein wesentlicher Fehler Statt findet. — Der Detailaufnehmer, der eine so schlechte Arbeit liefert, daß sie vom Dirigenten der Vermessungsabtheilung verworfen werden muß, sollte gehalten sein, sie auf seine Kosten noch einmal zu machen.

### B. Das Croquiren einer ganzen Gegend.

§. 447. Croquis ganzer Gegenden können nur im Kriege Werth haben. Im Frieden sind sie überflüssig, höchstens nur ein Gegenstand der Uebung, denn es fehlt nicht an Zeit, ein zu einem Manöver ꝛc. bestimmtes Terrain mit Instrumenten sorgsam vermessen zu lassen. Zu ihrer Anfertigung sind sehr erfahrene Aufnehmer erforderlich, die nicht nur gute Kenntniß in der Terrainlehre, viel Ortssinn, ein geschärftes Gedächtniß für die besonderen Terrainverhältnisse und ein gutes Augenmaß besitzen, sondern auch gewandte Zeichner sind. Wem diese Fähigkeiten abgehen, der wird niemals eine gute Arbeit liefern. — Wie eine flüchtige Aufnahme nach dem Augenmaße anzuordnen ist, um in möglichst kurzer Zeit einen brauchbaren Plan herzustellen, ist mehr Sache der Erfahrung als der Belehrung. Wir können daher im Nachstehenden auch nur einige Andeutungen geben.

Allgem. Regeln über die Leitung der Arbeit.

Soll eine solche Aufnahme Zuverlässigkeit erhalten, so darf sie nicht über ein zu großes Terrain ausgedehnt werden, und es muß dem mit ihrer Ausführung beauftragten Offizier gestattet sein, sich entweder aus einer Specialcharte einzelne ausgezeichnete, scharf bestimmte Punkte auf die quadrirte Croquirplanchette zu tragen, oder sich eines Reflectors, katoptrischen Zirkels oder einer Patentbousole zu bedienen. Die beiden ersteren gewähren entschiedene Vortheile zur Bestimmung der Entfernungen zur Seite gelegener Hauptgegenstände, die letztere, wenn man nicht im Besitz einer Croquirplanchette ist, zur Festlegung von Wegen und Alignements überhaupt.

Nach der Specialcharte prägt man ſich den Hauptcharakter, allgemeinen Hang des Terrains und Zug der Gewäſſer ein, und entnimmt aus ihr die Punkte, von welchen man eine Ueberſicht über die zu croquirende Gegend gewinnen kann. Ergeben ſich die letzteren nicht aus der Charte, oder iſt keine zur Hand, ſo muß man ſich durch der Gegend kundige Eingeborne die nöthige Auskunft zu verſchaffen ſuchen.

Während der Ausführung des Geſchäfts folgt man dem Zuge der Wege und Höhenrücken. Sie bilden im Verein mit den fließenden Gewäſſern das Netz, in welches die übrigen Terraingegenſtände eingezeichnet werden. Sich auf die Verfolgung von willkürlich gewählten Alignements oder eingebildeten Linien einzulaſſen, iſt nicht rathſam. Man kommt aus dem Zuſammenhange. Daher folgt man dem erſten beſten Wege bis zu einem Ueberſichtspunkte, croquirt jenen, orientirt ſich auf dieſem, und macht auf ihm, ſo gut es gehen will, ſeine Dispoſition zur fernern Aufnahme, die ungefähr ebenſo angeordnet wird, wie die mit Inſtrumenten, nämlich: daß man einzelne Terraintheile umkreiſet. Wo man im Verfolg der Arbeit einen hoch gelegenen Punkt erreicht, verfährt man wie vorher, vervollſtändigt oder verbeſſert ſeine Dispoſition.

Die Wegegemeinſchaften, auch in militairiſcher Beziehung von großer Wichtigkeit, da marſchirende Truppen ſie nur höchſt ſelten verlaſſen, müſſen mit der größten Sorgfalt behandelt und mit allen ihren Krümmungen in die Zeichnung aufgenommen werden. Die Längen ihrer einzelnen Linien werden abgeritten oder abgeſchritten, die Abſtände der übrigen Gegenſtände von ihnen geſchätzt oder mit dem Reflector ꝛc. gemeſſen. Doch darf man ſich nicht auf zu viele Diſtancenmeſſungen einlaſſen, weil ſie zu viel Zeit rauben. Wer kein Inſtrument beſitzt, um größere Entfernungen zu meſſen, deutet entferntere Gegenſtände, deren Lage er auf dem Plane beſtimmen will, aber eben ſo wenig wie ihre Form genau erkennen kann, in zarten Umriſſen an, und macht daneben irgend eine Marke, welche anzeigt, daß man jene Gegenſtände zwar geſehen, aber ihre wahre Lage und Geſtalt im Grundriſſe nicht angeben könne.

Werden alle, die Wegelinien durchſchneidenden oder mit ihnen parallel gehenden, fließenden Gewäſſer, Waſſerfurchen und Schluchten, wie Höhenrücken, die abgehenden Feld- und Nebenwege ꝛc., und die Berge und Hügel, ſo weit ſie genau zu überſehen ſind, eingezeichnet, und begiebt man ſich ab und zu auf Höhenpunkte, um auf ihnen die einzelnen dargeſtellten

Fragmente mit einander zu verbinden, ſo wird man ſehr bald ein zuſammenhängendes Bild einer Gegend entwerfen können. Wo ſich indeſſen bei Aufſuchung der Verbindung jener Fragmente Schwierigkeiten herausſtellen, darf man ſich keine Mühe verdrießen laſſen, ſie zu bewirken, weil ſonſt im Plane unausgefüllte Lücken bleiben. Dies Geſchäft wird übrigens ſehr erleichtert, wenn man die zu verfolgenden Linien in nicht zu großen Abſtänden von einander wählt und auf Querwegen ab und zu von einem zum andern hinüber arbeitet.

Von der Cavallerieescorte, welche in der Regel den croquirenden Officier in der Nähe des Feindes begleitet, werden die fähigſten Leute benutzt, um einzelne Nebenwege und Flußlinien zu verfolgen und ſie in Bezug auf ihre und ihrer Brücken Beſchaffenheit zu unterſuchen. Wo man den Hauptweg verläßt, ſei es, um auf eine Höhe zu reiten, oder um die Lisière eines ſeitwärts gelegenen Waldes ꝛc. zu verfolgen, bleibt ein Reiter halten, bis man wieder zu ihm zurückgekehrt iſt, und von dort aus, um im Zuſammenhange zu bleiben, die Arbeit weiter fortſetzt.

Von Städten und Dörfern wird nur ein flüchtiges Bild entworfen; doch müſſen aus dem Croquis ihre Eingänge, Hauptſtraßen und Umfaſſungslinien, ihrer allgemeinen Lage und Richtung nach, zu entnehmen ſein. Zum Einzeichnen der einzelnen Gebäude in die Conturen der Dörfer iſt zwar keine Zeit vorhanden, allein an welchen Gaſſen und wie weit Gebäude ſtehen, muß durch eine kräftige Linie ebenſowohl angegeben werden, als die Lage der Kirche, des herrſchaftlichen Gehöftes (Vorwerkes) und anderer in militairiſcher Beziehung wichtigen Gebäude.

Die Wieſen-, Bruch-, Waldränder ꝛc., die Krümmungen fließender, die Ufer ſtehender Gewäſſer ſind gleichfalls nur durch den terreſtriſchen annähernd ähnliche Linien wiederzugeben. Alles kleinere Detail ohne militairiſches Intereſſe wird gar nicht in die Zeichnung aufgenommen. Dagegen darf nichts vergeſſen werden, was, wie Windmühlen, Capellen, Kreuze ꝛc. zur Orientirung beiträgt, oder auf militairiſche Unternehmungen Einfluß ausüben kann. Daher muß aus der Darſtellung zu entnehmen ſein, ob die Wieſen, Brücher ꝛc. practikabel oder unbetretbar ſind, und aus einer Randbemerkung, ob die Bäche überall oder nur an einzelnen Stellen und wo ohne Vorbereitungen überſchritten werden können; ob die Wälder dicht oder licht, leicht oder ſchwer oder außerhalb der Wege gar nicht

von Truppen zu passiren sind, ꝛc. In dichten, sehr verwachsenen Wäldern verfolgt man überhaupt nur die Wege. Was nicht an den Hauptstraßen liegt, oder wohin keine Nebenwege führen, wird nicht mit aufgenommen, denn Gegenden, in denen keine Fahr-, Reit- oder Fußwege vorhanden sind, können von größeren Truppenmassen nicht betreten werden. — Die sich durch Wälder ziehenden Wiesen oder Sumpfstrecken werden von den Wegen aus, soweit man sie übersehen kann, im Uebrigen nach Beschreibung des der Gegend kundigen Führers, eingezeichnet.

Auch von den Unebenheiten des Bodens kann nur ein ganz generelles Bild auf die Weise entworfen werden, wie es oben näher angegeben ist. Jedoch müssen ihr Haupttypus, der Charakter der einzelnen Höhenzüge und Thäler, die Form der ausgezeichneten Berge vollständig erfaßt und ausgedrückt, und ersichtlich sein, welche Höhen dominiren.

Sollte, behufs der Aufstellung einer aus Süden kommenden Truppenabtheilung auf den Höhen von Koppenhausen, *Fig.* 232, das Terrain um diesen Ort herum von einem vorausgesendeten Officier croquirt werden, so würde dieser, auf der großen Straße nach jenem Orte reitend, erkennen, daß auf der Bergkuppe *l* die ganze vorliegende Gegend zu übersehen ist. Er würde mithin dort Halt machen, das Terrain mit allen seinen Falten zu erspähen trachten, vorläufig überlegen, wie das Werk am besten anzugreifen sein dürfte, sodann nach Koppenhausen reiten, sich hier mit einem verständigen Führer versorgen und nähere Erkundigungen einziehen.

Während der Führer herbeigeschafft wird, gewinnt der Officier Zeit, Koppenhausen selbst zu croquiren, die Richtung der von dort abgehenden Wege und den westlich vom Dorfe gelegenen Thalgrund, so weit sie sich übersehen lassen, auf der Croquirplanchette in Grund zu legen. Mit dem Boten würde er sich hierauf, die Straße und das zur Seite derselben gelegene Terrain croquirend, nach der Kuppe l zurückbegeben, ihn über alles Bemerkenswerthe ausforschen, den Arbeitsplan vervollständigen, die Kuppe i, die Richtung des gegen Westen nach C führenden Weges, den südlichen Abhang des Terrains bis zum Wiesengrund A festlegen, und vielleicht beschließen, zunächst nach Eilau zu reiten. Indem er nun den bei l die große Straße verlassenden Weg einschlägt, das Terrain zu beiden Seiten desselben croquirt, bestimmt er von $\alpha$ aus den Zug des Bergrückens $\alpha\gamma$, in der Nähe von G angekommen,

die allgemeine Richtung des nach Moorheim führenden Thalgrundes, GHJ, von dem Hauptrücken des zwischen letzterem und dem Bache LK liegenden Höhenzuges mit Hilfe des Reflectors (§. 222.) die Lage eines Punktes in der Nähe von L und dadurch den Abstand des Baches von dem auf der Höhe nach Eilau führenden Wege, zeichnet im Vorbeireiten die Hauptkuppen, rechts den zum Bache sich erstreckenden Wiesengrund YZ, links die kleinen Schluchten, Wasserfurchen und untergeordneten Kuppen, so wie überhaupt den Zug der Höhenrücken, die geschätzten Böschungswinkel ꝛc., ein; bestimmt vielleicht mit Hilfe des Reflectors, von der Kuppe U in gerader Richtung nach der Kuppe V reitend und beide nach Eilau führenden Wege in Grund legend, auch den Punkt Z, wo jener Wiesengrund ausmündet und der Mühlgraben den Bach verläßt, und kommt endlich am westlichen Eingange von Eilau an.

Zunächst würde jetzt dieser Ort croquirt und ein Reiter beauftragt werden, während dessen den längs des Mühlgrabens südlich führenden Weg zu verfolgen, die Breite des Grabens, die Beschaffenheit des Baches und der ihn begleitenden Wiesen zu untersuchen und zu ermitteln, ob man zu Fuß oder zu Pferde durch die Wiesen und über den Bach kommen kann. Seine Aussagen werden mit den hierüber in Eilau, etwa vom Wassermüller oder Dorfschulzen, eingezogenen Nachrichten zusammengestellt. Stehen sie mit einander in Widerspruch, so muß der Officier selbst jene Untersuchung vornehmen, falls sie für ihn von Bedeutung ist.

Nachdem Eilau, welches, seiner einfachen Formen wegen, leicht in Grund gelegt werden kann, croquirt ist, verfolgt man den Weg nach Moorheim, und zeichnet rechts den Mühlgraben und Bach, links das Höhenterrain ein. Dort angekommen, wo der Weg nach Koppenhausen abgeht, läßt man einige Cavalleristen halten, verfolgt in Begleitung der übrigen jenen Weg bis zur Brücke, zeichnet diese und den Thalgrund, HJ, ein, reitet vielleicht bis zu dem Punkte $\pi$, wo sich der verfolgte Weg mit dem von Moorheim nach Koppenhausen führenden vereinigt, legt die Richtung dieses, so weit er zu übersehen ist, in Grund, croquirt das Terrain zu beiden Seiten des Weges, läßt durch einen Cavalleristen den aus der Ferne eingezeichneten Wiesengrund bei H näher untersuchen, einen andern Reiter mit dem Auftrage nach Koppenhausen reiten: vom nördlichen Ausgange dieses Ortes die Schritte auf dem in der Verlängerung der Dorfgasse führenden Wege bis zu dem Punkt

X zu zählen, wo er die von Moorheim kommende große Straße rechtwinklig durchschneidet, und dort halten zu bleiben; kehrt hierauf nach dem Punkt zurück, wo die anderen Reiter verweilen, und setzt von dort aus die Arbeit bis Moorheim fort.

Wenn dieser Ort mit den von ihm abgehenden Straßen und Wegen, und die nach Koppenhausen führende Allee bis dahin, wo sie den vom letzteren Orte kommenden Feldweg aufnimmt, croquirt ist, schlägt man die große, in der Richtung auf E laufende, Straße ein. Von ihr aus ist das zu beiden Seiten gelegene Terrain, wie die erwähnte Allee mit ihren Brüchen, vollständig zu übersehen, und kann daher leicht eingezeichnet werden.

In X angekommen, gewinnt man zuerst Gelegenheit, die Richtigkeit der Arbeit zu prüfen. Man bestimmt nämlich nach der uns von dem hierher vorausgeschickten Cavalleristen angegebenen Schrittzahl, oder nach einer Distancenmessung mit dem Reflector, den Punkt, wo beide Wege sich im Croquis schneiden müssen, und sieht: ob derselbe mit dem durch die Aufnahme nach dem Augenmaße erhaltenen zusammentrifft. In diesem Falle, oder wenn nur eine unbedeutende Differenz Statt findet, gewinnt man die Ueberzeugung von der Zuverlässigkeit des Croquis; im entgegengesetzten muß die Lage von Moorheim, und vielleicht auch die von Eilau, berichtigt werden. Hiermit hält man sich indessen jetzt nicht auf, läßt die bei X nicht zusammenpassende Arbeit vorläufig so, wie sie ist, liegen, bewirkt die Umzeichnung der fehlerhaft eingetragenen Gegenstände erst bei Auszeichnung des Croquis, knüpft aber die Fortsetzung der Arbeit an den für X richtig bestimmten Punkt.

Am Vereinigungspunkte der von Koppenhausen und vom Höhenterrain herabkommenden Wege mit der großen Straße in der Nähe von E wählt man den über d und die Berge o und m nach φ führenden Weg, während ein gewandter Cavallerist befehligt wird, den über E und F nach Koppenhausen gehenden einzuschlagen, an dessen Seite die Wiese und den Bach zu untersuchen und dem westlichen Eingange jenes Dorfes gegenüber halten zu bleiben. — Die Wiese, die Waldgrenzen und das Terrain croquirend, auf der Bergkuppe o angekommen, scheint es dem Officier vielleicht zweckmäßiger, der höchsten Linie des Höhenrückens zu folgen, weil sich von ihr aus besser, als vom tiefer liegenden Wege, das Terrain mit seinen Kuppen, Höhenrücken, Wasserfurchen, Schluchten ꝛc., wie die westlich gelegene Waldgrenze mit ihren vielen Ecken und Brü-

chen, und das Gehölz D nach dem Augenmaße einzeichnen läßt. In der Nähe von c, wo ein Feldweg rechts (westlich) abgeht, bestimmt man einen Cavalleristen, diesen Weg bis ins Thal zu verfolgen, auf seine Beschaffenheit und die Waldgrenze zu achten und im Thale uns zu erwarten. In φ läßt man die übrigen Reiter halten, verfolgt, die Schritte zählend, den nach Koppenhansen gehenden Weg, erhält dadurch Gelegenheit, die Lage des Punktes φ genauer zu bestimmen, zeichnet bei f, nach dem Bericht des bei E entsendeten Reiters, den von ihm verfolgten Weg und das Wiesenthal, und auf dem Rückwege nach φ, nach eigener Anschauung, die Abhänge des Höhenrückens q p k b ein; während jener Cavallerist, in Folge eines bei f erhaltenen Auftrages, durch Koppenhausen nach l reitet, von dort, den westlichen Feldweg einschlagend, die Schritte bis O und Q zählt und uns hier erwartet.

Von φ aus croquirt der Officier den westlich gehenden Weg bis S, legt hier die Richtung des Weges SQ fest, setzt dann seine Arbeit bis in die Nähe von R fort, zeichnet von hier aus die Kuppen h und y, wie die Waldgrenze am Abhange des letzteren Hügels nach dem Augenmaße, läßt einen Cavalleristen den Weg bis in das Thal hinab verfolgen, wendet sich selbst von R in gerader Richtung nach Q, zeichnet die rechts zur Seite gelegene Wald-Lisière, bestimmt die Lage der Punkte Q und O mit Hilfe der von dem über l kommenden Cavalleristen erhaltenen Schrittangaben, reitet vielleicht selbst bis zu der südlich von Q, am Wege OB, gelegenen Kuppe, zeichnet von hieraus den letzteren Weg, die Waldgrenze bei B, den südlichen Abfall des Terrains nach dem Augenmaße ein, kehrt wieder nach Q zurück, croquirt die hier gelegene Kuppe und, indem er den Weg nach P einschlägt, die Waldgrenze und das Terrain zu beiden Seiten.

Endlich von P aus reitet man das Wiesenthal hinab, zeichnet den Bach, die Wiese, die Waldgrenzen, die Thalgehänge mit ihren Schluchten ꝛc. nach dem Augenmaße ein, nimmt die hierher vorausgeschickten Cavalleristen auf, vervollständigt nach ihren Angaben das Croquis und kehrt, entweder den Weg EF oder besser den Höhenrücken r q p verfolgend, das Croquis mit dem Terrain vergleichend, nach Koppenhausen zurück, woselbst man etwa beim Prediger oder im Schulhause das Terrain mit schwarzer Tusche auszeichnet und dabei die noch etwa zu berichtigenden Fehler rectificirt. Wer im Besitz von durchsichtigem Pflanzenpapier ist, kann darauf die falsch aufgetragenen

Gegenstände mit Bleistift oder Tusche durchzeichnen, wenn sie hierauf vom Croquis weggelöscht sind, mittelst des Pflanzenpapiers auf dem Croquis in die richtige Lage bringen, sie durchpausen (§. 451.), und dadurch das Geschäft der Berichtigung außerordentlich abkürzen und erleichtern.

Auf die Auszeichnung des Croquis darf übrigens niemals mehr Zeit verwendet werden, als zur klaren Darstellung durchaus erforderlich ist, denn es kommt hierbei nicht auf Schönheit der Darstellung, sondern nur auf eine übersichtliche und charaktervolle Zeichnung an. Wer diesen Anforderungen genügen will, muß sich im Raschzeichnen üben. Die Schnelligkeit der Ausführung und die Uebersichtlichkeit der Darstellung wird sehr befördert, wenn der Officier, nächst einem Fläschchen mit aufgelöst'er schwarzer Tusche, ähnliche Fläschchen mit brauner und blauer Tusche und mit Grünspan besitzt und die Wege, ohne sie schwarz vorzuziehen, gleich in Braun, die Gewässer in Blau ausführt, und Wiesen ꝛc., vielleicht auch Dörfer, grün anlegt. Die Bäume an Straßen, fließenden Gewässern, in Wäldern ꝛc. werden nur durch einzelne Punkte dargestellt.

Wird mehreren Officieren die flüchtige Aufnahme einer ausgedehnten Gegend übertragen, so muß, damit die Arbeit nicht lückenhaft bleibe, der Raum genau abgegrenzt werden, den ein jeder derselben zu croquiren hat. Als Grenzlinie bedient man sich der fließenden Gewässer, Terraineinschnitte oder Wege. Eingebildete Linien willkürlich gewählter Alignements entsprechen nicht dem Zwecke, denn sie lassen sich entweder nur mit Mühe oder gar nicht auf dem Terrain auffinden. Diese Grenzlinien werden entweder von jedem der neben einander arbeitenden Officiere oder nur von einem, dem es ausdrücklich befohlen wird, aufgenommen. Das erstere hat den Vortheil, daß die einzelnen Arbeiten sich besser an einander passen lassen, das letztere, daß die Aufnahme schneller ausgeführt werden kann.

## VII. Benutzung vorhandener öconomischer ꝛc. Pläne, das Copiren und Reduciren von Aufnahmen, und Zusammentragen von Croquis.

### 1. Benutzung öconomischer ꝛc. Pläne.

Werth öcon. Pläne f. mil. Aufn. u. Art ihrer Benutz.

§. 448. In einer sehr verwickelten und von vielen einzelnen Terraingegenständen eingenommenen, wie in einer von

Bächen, Gräben, Wiesen, Hecken ꝛc. sehr durchschnittenen, bedeckten oder waldreichen Gegend kann eine militairische Vermessung durch Benutzung vorhandener ökonomischer ꝛc. Pläne, welche behufs der Auseinandersetzung der herrschaftlichen und bäuerlichen Grundstücke und Gerechtsame, des Steuerkatasters oder der Forstverwaltung angefertigt sind, außerordentlich erleichtert, und selbst sorgfältiger ausgeführt werden, als es sonst möglich ist. Denn während in einem solchen Terrain der militairische Aufnehmer sich fast nirgends sicher stationiren kann, und, lediglich auf das Abschreiten der Entfernungen und seine Orientirbousole verwiesen, in der Zeit beschränkt ist, stehen dem Feldmesser alle nur möglichen Mittel zu Gebot, das Detail genau aufzunehmen; er kann alle Distancen mit der Kette, jeden Winkel mit dem Astrolabium und der Bousole messen, und Niemand schreibt ihm vor, wann seine Arbeit vollendet sein soll. Sie kann also auch ungleich zuverlässiger und genauer sein, als ein Officier die seinige, mit dem größten Fleiße und der mühevollsten Anstrengung, zu liefern vermag. Daher versäume der militairische Aufnehmer niemals, sich vor dem Beginn seiner Arbeit zu unterrichten, ob von der durch ihn zu vermessenden Gegend ökonomische ꝛc. Pläne vorhanden sind, und sich in deren Besitz zu setzen. Enthalten sie auch allerdings entweder gar keine oder nur eine sehr oberflächliche Terraindarstellung, da die Unebenheiten des Bodens in ökonomischer Beziehung von keinem wesentlichen Interesse sind, so kann er doch daraus die bewohnten Orte mit ihren Gassen, Gebäuden und Gärten, die zerstreut liegenden Gehöfte, die stehenden und fließenden Gewässer, Wälder, Straßen, Wege, Wiesen, Brücher ꝛc. entnehmen, und sich fast lediglich auf die Aufnahme des Höhenterrains beschränken (§. 434.).

Nicht mindere Vortheile gewähren die Risse großer Städte, deren specielle Aufnahme ein höchst unangenehmes und zeitraubendes Geschäft ist, und die behufs der Deich-, Canal- und Wasserbauten überhaupt bewirkten, gewöhnlich bei den Provinzialregierungen oder den Kreisämtern vorhandenen Flußaufnahmen, die in der Regel mit der größten Sorgfalt ausgeführt sind.

In einer ganz offenen, von wenigem Terraindetail eingenommenen Landschaft hingegen, in der man bei der Triangulation eine hinreichende Anzahl von Richtpunkten festlegen und während der Detailaufnahme sich überall stationiren kann, bringen jene Pläne nicht nur keinen Vortheil, sondern halten

vielmehr die Arbeit auf. Man muß sie, wenn sie nicht zufällig im Maßstabe der Vermessung entworfen sind, in diesen reducirt auf die Tablette übertragen, mit dem wirklichen Terrain vergleichen und die Unebenheiten des Bodens einzeichnen, was viel mehr Zeit kostet, als zur wirklichen Aufnahme erforderlich ist. Daher prüfe man wohl: ob die Benutzung jener Pläne sich lohnt. Ein Blick auf dieselben ist gewöhnlich hinreichend, um hierüber im Klaren zu sein.

Aber auch nicht alle ökonomischen Pläne sind richtig. In einer sehr hügligen Gegend leiden die meisten an den Gebrechen der Meßketten- und Boussolenmessungen (§. 231. und 198.). Sie müssen also vor der Benutzung geprüft werden. Zu diesem Zwecke, und um sie richtig orientirt in den Plan der militairischen Aufnahme übertragen zu können, bestimme man die Lage zweier ausgezeichneter, scharf markirter und in bedeutender Entfernung von einander gelegener Gegenstände, die auch auf dem zu benutzenden Plane vorhanden sind, etwa durch Rückwärtsein- oder Vorwärtsabschneiden auf der Tablette, und untersuche, ob der nach dem verjüngten Maßstabe in Ruthen ausgemessene Abstand dieser Punkte von einander dem in jener Charte angegebenen gleich ist. In diesem Falle verbinde man beide Punkte, sowohl auf dem ökonomischen Plane als auf der Tablette, durch eine gerade Linie und benutze sie sowohl zur Orientirung bei Uebertragung jenes Planes in die Aufnahme als zur Grundlinie des quadratischen Netzes (§. 454. und 458.). Zeigt sich bei Ausmessung der Abstände der gewählten Richtobjecte auf beiden Plänen eine Differenz, so kann zwar auch der ökonomische, aber nur mit großer Vorsicht zur Eintragung des Details, benutzt werden, allein alle Hauptterrainpunkte müssen auf der Tablette sicher bestimmt, und nach ihnen die Fehler der ökonomischen Vermessung rectificirt werden.

Wer im Besitz einer Croquirplanchette mit Orientirbouſſole ist, kann die Feldarbeit sehr beflügeln, wenn er den ökonomischen Plan auf ein feines Blatt Papier reducirt, dies auf jenes Instrument spannt, den Meßtisch zu Hause läßt, das Höhenterrain croquirt, auf der Brouillonzeichnung in Horizontalen legt, dabei die etwa nöthigen Nachträge und Verbesserungen bewirkt, und dann erst, aber unmittelbar nach Vollendung der Feldarbeit, das Croquis vermittelst des Durchpausens (§. 451.) oder Durchstechens (§. 452.) auf die Tablette überträgt. Allein was man hierdurch an Schnelligkeit der Feldarbeit gewinnt, verliert man andrerseits an deren Genauigkeit.

Wer indessen keine Croquirplanchette besitzt oder die Schärfe der Arbeit der Bequemlichkeit vorzieht, trage stets die ökonomische Feldmarkscharte mittelst eines genauen quadratischen Netzes sogleich auf die Tablette, gehe mit dem Meßtische wie gewöhnlich zur Feldarbeit, prüfe die Copie auf sicher bestimmten Stationsorten, und rectificire und ergänze sie nöthigenfalls, während er die Unebenheiten des Bodens in das durch sie erhaltene Netz einzeichnet, auf dem Felde. Die fein mit Bleistift ausgezogenen Quadrate lassen sich später, wenn der Plan mit Tusche ausgezeichnet ist, spurlos weglöschen.

## 2. Copiren und Reduciren von Aufnahmen und Plänen.

§. 449. Copieen können dem Original entweder gleich und ähnlich oder nur ähnlich werden. Im letzteren Falle findet eine Vergrößerung oder Verkleinerung des Originals Statt. Allein da durch die Vergrößerung der auf Zeichnungen vorhandenen Terraingegenstände für den gewöhnlichen Gebrauch von Plänen nichts gewonnen wird, die im kleinen Maßstabe entstandenen Fehler wachsen und nachtheiliger hervortreten, und endlich die Pläne weniger übersichtlich werden, so finden auch in der Regel nur Verkleinerungen Statt, es sei denn, daß man die auf einem im kleinen Maßstabe gezeichneten Original vorhandenen Gegenstände, bei einer flüchtigen Aufnahme im größeren Maßstabe, zur Orientirung benutzen und dazwischen das Detail eincroquiren will. Mag nun aber die Copie dem Original congruent oder nur ähnlich werden sollen, so kann man sich dabei verschiedener Verfahrungsarten bedienen. Eine jede derselben hat ihre Vorzüge und ihre Mängel. Es muß daher dem Zeichner überlassen bleiben, nach den obwaltenden Verhältnissen und nach dem Grade seiner Geübtheit diejenige auszuwählen, welche ihm die geeignetste zu sein scheint.

Die Copieen können dem Original congruent od. nur ähnlich werden sollen.

### A. Wenn die Copieen dem Original congruent werden sollen.

§. 450. — a. Das Copiren mit Hilfe von durchsichtigem Pflanzen- oder Oelpapier. Man spannt über den zu copirenden Plan (die Charte), so glatt als möglich, Pflanzenpapier, und befestigt es an die äußersten Ränder oder, nachdem man es an diesen umgeschlagen, an die Kehrseite des Originals mit weißem Wachs, Mundleim ꝛc., damit es sich durchaus nicht verschieben könne. Hierauf zeichnet man ent-

a. Das Copiren. Mit Hilfe von Pflanzenpap.

weder mit einem scharfen, aber weichen, Bleistift, oder gleich mit der Feder und Tusche, zuerst die Wege, den Umfang der bewohnten Orte und zerstreut liegenden Gehöfte, die Ränder der stehenden und fließenden Gewässer, die Wald-, Wiesen-, Bruchgrenzen ꝛc., indem man die vollkommen deutlich durchschimmernden Conturen nachzieht; trägt sodann, wenn der Plan, der bessern Uebersichtlichkeit wegen, illuminirt werden soll, die Farben auf, beschreibt ihn, zeichnet das Bergterrain, nach dessen Vollendung die Wälder und Bäume überhaupt, in Dörfern die Gehöfte, in Städten die ausgezeichneten Gebäude, die Wind- und Wassermühlen, wie das übrige kleine Detail, ein. Schließlich führt man aus, was zur nähern Ausarbeitung des Plans (der Charte) gehört, und theils dazu dient, die Deutlichkeit der Darstellung zu vermehren, oder der letzteren ein besseres Ansehen zu geben. — Sobald die Zeichnung vollendet ist, wird sie behutsam vom Original genommen, auf starkes weißes Papier gelegt und entweder mit den Rändern oder mit der ganzen unteren Fläche vermittelst einer Auflösung von Hausenblase, Gummi arabicum ꝛc. darauf geklebt. Das letztere verdient den Vorzug, weil die Zeichnung beim Transport und Gebrauch weniger leidet und nicht der Gefahr ausgesetzt ist, beim Abgreifen von Entfernungen mit den Zirkelspitzen durchstochen und zerrissen zu werden. Allein das Aufkleben erfordert viel Genauigkeit, wenn das dünne Papier sich nicht verziehen und keine kleine Falten schlagen soll, durch welche die Richtigkeit der Darstellung leidet. — Diese Art des Copirens gewährt die größte Genauigkeit, geht außerordentlich rasch von Statten und wird daher auch überall angewendet, wo man schnell zum Zwecke kommen, aber nicht für die Dauer und einen anhaltenden Gebrauch arbeiten will.

b. Das Durchpausen des Originals.

§. 451. — b. Das Durchpausen oder Durchdrücken des Originals. Die zu copirende Zeichnung wird auf ihrer Rückseite mit geschabtem weichen Bleistift bestrichen, auf das Zeichnenpapier gelegt und darauf befestigt. Dann verfolgt man mit einem spitzen Stifte von Horn oder Elfenbein, der aber weder einreißen noch einschneiden darf, drückend alle auf dem Original vorhandenen Linien und Conturen von Figuren, stellt sie hierdurch auf dem Zeichnenpapier dar, nimmt das Original von letzterem ab, und führt die Copie, jedoch mit großer Vorsicht, damit die Conturen nicht verlöscht werden, in der im vorigen §. angegebenen Reihenfolge weiter aus.

Um das Original durch dies Verfahren nicht zu verderben

oder unbrauchbar zu machen, darf man nur zwischen dasselbe und das Zeichnenpapier ein geschwärztes oder eigens zum Durchpausen eingerichtetes Blatt Papier schieben. Freilich werden die Conturen dann nicht so scharf und bestimmt, als wenn die Rückseite des Originals geschwärzt ist; allein die Differenzen sind in der Regel nur so gering, daß sie nicht der Rede werth sind, und nur dann in Betracht kommen, wenn einzelne Linien einer ferneren Messung zum Grunde gelegt werden sollen. Will man endlich das Original auch gegen den durch den Druck mit dem Stift etwa möglichen Schaden bewahren, so kann man es auf Pflanzenpapier durchzeichnen, und von diesem durchdrücken. In diesem Falle reicht es vollkommen hin, wenn mit dem durchsichtigen Papier nur die Wege, die Conturen von bewohnten Orten, Wiesen, Gewässern, Wäldern ꝛc. vom Original abgenommen und alle andern Gegenstände direct in das dadurch auf dem Zeichnenpapier erhaltene Netz übertragen werden. Ein unmittelbar durchzudrückendes Original darf auf keinem zu starken Papier gezeichnet sein, weil sonst die Conturen ungenau werden, und der Druck auf den Stift so stark sein muß, daß nicht nur die Hand bald ermüdet, sondern auch der Stift leicht einreißt.

Die Copie wird sehr genau, wenn das Durchpausen mit Sorgsamkeit geschieht; verrückt sich aber das Original, schlägt es Falten, oder wird es, wie es leicht beim Pflanzenpapier geschieht, vom Stifte durchschnitten, so sind die Fehler der Copie oft so bedeutend, daß man, wenn das Original hinweggenommen und das Detail eingezeichnet wird, nur mit vieler Mühe ein ähnliches Bild liefern kann.

§. 452. — c. Das Durchstechen oder Punktiren. c. Das Durchstechen oder Punktiren des Originals.

Das Original wird auf das Zeichnenpapier gelegt und darauf mittelst Copirstiften ꝛc. möglichst glatt befestigt. Sodann sticht man mit einer sehr feinen Punktirnadel*) alle Gegenstände oder die Winkelpunkte ihrer Conturen durch, nimmt hierauf das Original vom Zeichnenpapier ab, verbindet, indem man häufig auf jenes blickt, die zusammengehörigen Punkte durch feine Bleistiftslinien, und stellt auf diese Weise die Copie her.

Beim Punktiren muß eine gewisse Reihenfolge beobachtet

*) Die Punktirnadel ist entweder eine gewöhnliche Stationsnadel oder aber eine sehr feine englische Nähnadel, welche in einen messingenen oder elfenbeinernen Griff, sehr ähnlich dem einer Häkelnadel, eingeschraubt wird.

werden, damit kein wichtiger Punkt undurchſtochen bleibt, wa nur zu leicht geſchieht. Ebenſo muß die Punktirnadel ſenkrec gehalten werden, wenn keine Unrichtigkeiten entſtehen ſolle Zur Erleichterung des Auffindens der zu einander gehörig Punkte kann man das Original vorher quadriren, die Ein punkte der Quadratlinien durchſtechen, und das Netz auf den Zeichnenpapier herſtellen, oder aber zunächſt die Wege und an dere Hauptlinien zeichnen, und ſich hierdurch ein Netz ent werfen. —

Wie groß die Genauigkeit dieſes Verfahrens, wenn es ſorgſam ausgeführt wird, auch ſein mag, ſo darf man ſich deſſelben doch nur beim Copiren von Brouillonzeichnungen oder ſolcher Originale bedienen, an deren Erhaltung wenig gelegen iſt, da es dieſelben ſehr verdirbt.

d. Das Copiren mittelſt der Copirſcheibe.

§. 453. — d. Das Copiren mittelſt der Copirſcheibe. Das Zeichnenpapier wird über das Original gedeckt, an den Ecken oder Rändern durch weißes Wachs, Mundleim ꝛc. darauf befeſtigt, mit demſelben auf die Copirſcheibe *) gelegt und an deren Rahmen mittelſt Copirſtiften oder kleiner hölzernen Klammern befeſtigt. Hiernächſt wird die Copirſcheibe gegen das Licht geſtellt, und jeder durch das Papier ſchimmernde Gegenſtand des Originals in ſeinen Umriſſen mit Bleiſtift gezeichnet. Nach Vollendung dieſer Arbeit nimmt man die Bleiſtiftzeichnung von der Copirſcheibe und dem Original, und führt ſie weiter aus.

Dieſe Copirmethode kann jedoch weder bei auf Leinwand gezogenen, noch bei auf ſehr ſtarkem Papier gezeichneten Plänen angewendet werden, weil beide nicht ſo viel Lichtſtrahlen hindurchlaſſen, als erforderlich ſind, um die Gegenſtände des Originals klar durchſchimmernd auf der Papierfläche zu ſehen. Aber auch bei nicht ſtarkem Papier ſcheinen häufig, und beſonders dann, die feinen Linien und Umriſſe des Originals nicht durch, wenn das Zeichnenpapier hier und dort nicht feſt aufliegt und das Licht nicht beſonders hell auf die unbedeckte Seite der Copirſcheibe fällt. Daher gewährt dieſe Art des Copirens nicht

*) Die Copirſcheibe beſteht aus einer großen Scheibe von weißem Glaſe, die, von einem hölzernen Rahmen eingefaßt, wie ein Notenpult nach Belieben in faſt vertikaler Lage aufgeſtellt oder horizontal niedergelegt werden kann. Damit die Hand beim Zeichnen nicht zu ſchnell ermüdet, giebt man der Scheibe in der Regel eine Lage von 60 bis 75° Neigung.

nicht immer die gewünschte Genauigkeit, und wird mithin, trotz der Schnelligkeit, in welcher durch sie eine Copie entstehen kann, mehr bei nur kleinen Plänen angewendet.

e. Das Copiren mit Hilfe eines quadratischen Netzes.

§. 454. — e. **Das Copiren mit Hilfe eines quadratischen Netzes.** Hierbei sind zwei Fälle zu unterscheiden, nämlich: wenn die Grenzlinien des Originals ein Rechteck, und: wenn sie ein Paralleltrapez bilden.

1. **Wenn die Grenzlinien des Originals ein Rechteck beschreiben,** theilt man dieselben in beliebig viel gleiche Theile, verbindet die oben und unten, rechts und links gleich liegenden Theilpunkte durch gerade Linien, und stellt auf diese Weise ein Netz von einander gleichen Quadraten her, deren Inhalt nach der Größe des Maßstabes der Zeichnung, nach der Menge der darauf befindlichen Gegenstände und nach dem Grade der von der Copie verlangten Genauigkeit größer oder kleiner sein kann. — Hierauf zieht man in der Nähe des untern Randes des Zeichnenpapiers eine gerade Linie (Grundlinie), trägt darauf so viel und genau eben so große gleiche Theile ab, als auf der untern Grenzlinie des Originals angegeben sind, und errichtet mit Hilfe eines rechtwinkligen Triangels und eines Lineals in jedem dieser Theilpunkte einen Perpendikel zur Grundlinie. Endlich wird einer der letzteren in so viel und eben so große gleiche Theile zerlegt, als die Perpendikel des Originals enthalten, durch jeden dieser Theilpunkte mit Hilfe des Triangels eine Parallellinie mit der Grundlinie gezogen, und dadurch auf dem Zeichnenpapier ein Netz hergestellt, welches dem des Originals congruent ist.

Je größer der Plan ist, desto sorgsamer muß die Theilung der Linien und das Quadriren bewirkt werden, denn die geringste Verschiebung des Zirkels, Lineals oder Triangels *)

*) Wenn man keinen großen Triangel zur Hand hat, sich auf denselben nicht verlassen kann, oder wenn der Perpendikel sehr lang werden muß, so kann man denselben durch Construction, wo möglich mit Hilfe des Stangenzirkels, errichten. Liegt der Punkt, in dem der Perpendikel sich erheben soll, in der Mitte einer geraden Linie, so geschieht die Construction am einfachsten mit Hilfe eines gleichschenkligen Dreiecks. Soll der Perpendikel aber im Endpunkte einer geraden Linie errichtet werden, so kann man sich dazu einer der 3 nachstehenden Verfahrungsarten bedienen. — 1. Man öffne den Zirkel willkürlich, setze eine Spitze desselben in B, Fig. 236, ein, beschreibe mit der andern den Kreisbogen CD, hebe die Zirkelspitze aus B, setze sie in C und trage das Maß BC zweimal auf den Bogen CD von C

erzeugt an den Grenzlinien, nach welchen hin die Quadratlinien gezogen werden, bedeutende Differenzen. — Um sich zu überzeugen, ob man richtig quadrirte, mißt man mit dem Handzirkel die Entfernung der Parallelen und Perpendikel auf den nur durch sie getheilten Grenzlinien. Sind diese Entfernungen einander und den einzelnen Theilen der beiden anderen Grenzlinien nicht gleich, so müssen die Fehler sofort rectificirt werden. — Sollte es sich während des Zeichnens ergeben, daß an einigen Stellen des Originals die Quadrate für die genaue Uebertragung der in denselben enthaltenen vielen kleinen Terraingegenstände zu groß sind, so kann man dieselben, wie in Fig. 235 das Quadrat AB, in kleinere zerlegen, oder sich das Copiren durch Ziehung von Diagonalen, wie im Quadrate BC, sehr erleichtern.

2. Wenn die Grenzlinien des Originals ein Parallelotrapez bilden, ein Fall, der beim Copiren größerer Charten und von Originalaufnahmen sehr häufig vorkommt, theile man zunächst die parallelen Grenzlinien des Originals in gleich viel gleiche Theile von beliebiger Größe (natürlich werden die der längeren Linien größer als die der kürzeren werden), und verbinde die Theilpunkte der einen mit den entsprechenden der andern Linie; fälle sodann aus den Endpunkten der kürzeren Linie, AB, Fig. 229, Perpendikel, AC und BD, auf die längere, EF, theile einen dieser Perpendikel, z. B. AC, in beliebig viel gleiche Theile, und lege durch die Theilpunkte Parallellinien mit den einander parallellaufenden Grenzlinien

---

nach E und von E nach F. Hierauf beschreibe man mit einer willkürlichen Oeffnung des Zirkels von F aus den Bogen GH, von E aus den Bogen IK, und verbinde den Durchschnittspunkt, L, der letzteren mit B, so ist BL der verlangte Perpendikel. — 2. Nachdem man wie vorhin von B, Fig. 237, aus den Punkt C auf der Linie AB bezeichnet hat, beschreibe man von B aus mit der vorigen Zirkelöffnung den Bogen DE, auf gleiche Weise von C aus den Bogen FG. Legt man nun an die Punkte C und den Durchschnittspunkt, H, der Bogen ein Lineal, zieht die Linie CJ, macht HJ = HC und verbindet die Punkte B und J durch eine gerade Linie, so steht diese senkrecht auf AB. — 3. Aus irgend einem über AB, Fig. 238, gelegenen Punkt, C, beschreibe man mit CB den Bogen DBEF, lege an D und C ein Lineal, ziehe die Linie DF, bis sie den Bogen in F schneidet, und verbinde den Durchschnittspunkt F mit B, so ist die Linie FB der verlangte Perpendikel auf AB. — Das letztere Verfahren scheint seiner großen Einfachheit wegen das vorzüglichere zu sein.

AB und EF, ſo iſt das Netz vollendet. — Hierauf ziehe man auf dem Zeichnenpapier in der Nähe des untern Randes eine gerade Linie, e f, theile dieſelbe in ſo viel und eben ſo große gleiche Theile, wie vorhin die längere der parallelen Seiten des Originals, trage auf dieſe Linie, von ihrem Endpunkte aus, die Abſtände der Perpendikel des Originals, ſo daß e c = EC, d f = DF, errichte in den gefundenen Punkten, c und d, Perpendikel, c a und d b, theile einen derſelben in ſo viel und eben ſo große gleiche Theile, wie früher einen Perpendikel des Originals, ziehe durch dieſe Theilpunkte Parallellinien mit der Grundlinie, e f, jedoch ſo, daß ſie auf jeder Seite noch etwas über den Perpendikel hinausreichen, theile die letzte Parallele oder obere Grenzlinie, deren Endpunkte, a und b, in den Perpendikeln liegen, in ſo viel und eben ſo große Theile, wie vorher die kürzere Grenzlinie des Originals, und verbinde endlich die End- und Theilpunkte dieſer Linie, a b, mit den gleich liegenden der Grundlinie e f.

Auch kann man auf dem Original und der Copie, wenn die Grenz- und Parallellinien der letzteren gezogen ſind, dadurch das Netz herſtellen, daß man die Grundlinien beider in gleich viel gleiche Theile zerlegt und durch dieſe Theilpunkte mit einer der nicht parallelen Grenzlinien Parallelen zieht, wie es in Fig. 239 durch geriſſene Linien angedeutet iſt.

Durch die vorſtehend beſchriebene Conſtruction des Netzes erhält man allerdings keine Quadrate, ſondern im erſten Falle Paralleltrapeze, im zweiten Rauten und Paralleltrapeze, allein auf Original und Copie ſind ſchnell zu conſtruirende congruente Vierſeite hergeſtellt, deren topographiſcher Inhalt aus der erſteren leicht in die letztere zu übertragen iſt. Die zuerſt genannte Conſtruction muß indeſſen der ſpäter erwähnten vorgezogen werden, weil man einerlei Figuren erhält, was das Copiren erleichtert.

Nachdem das Netz auf eine oder die andere Weiſe conſtruirt iſt, zeichnet man mit Bleiſtift, ſo genau und zart als möglich und, wenn das Augenmaß nicht ausreicht, mit Hilfe des Handzirkels, zunächſt alle Wege, die Conturen der daran liegenden bewohnten Orte, die fließenden und ſtehenden Gewäſſer, die Begrenzungen der Wieſen, Brücher, Wälder ꝛc., und bei zu illuminirenden Situationszeichnungen alle diejenigen Terraingegenſtände, welche angelegt werden. Damit die Bleiſtiftszeichnung durch die aufliegende rechte Hand, und das, der Sauberkeit wegen, daruntergeſchobene Blat weißen Papiers,

nicht wieder verlöscht werde, beginnt man die Arbeit in der obern linken Ecke, und setzt sie successive bis zur rechten untern fort. Nach Vollendung derselben werden sämmtliche Linien und Conturen mit schwarzer, bei Gewässern mit blauer, Tusche überzogen, zuerst die Wege, sodann die Wiesen, bewohnten Orte, Gewässer und andere Gegenstände angelegt. Hierauf schreitet man zum Beschreiben des Plans, wenn alle Schrift fertig ist, zur Darstellung der Unebenheiten des Bodens, demnächst zur weitern Ausarbeitung der schon genannten, wie aller übrigen Terraingegenstände, und vollendet endlich die Zeichnung durch Eintragung der Bäume in Wäldern, an Allee'n, der Gebüsche, Hecken ꝛc.

Diese Art des Copirens findet in der Regel, sowohl bei größeren als bei kleineren Plänen und Charten, Anwendung. Obwohl sie nicht in allen Theilen der Zeichnung gleiche Genauigkeit gewährt, so ist sie doch, wenn der wenig geübtere Zeichner den Handzirkel fleißig benutzt, und die Größe der Quadrate, Paralleltrapeze und Rauten zweckmäßig bestimmt ist, hinreichend genau *) für den gewöhnlichen Gebrauch von Plänen und Charten. Die innerhalb eines dieser Vierseite etwa entstehenden Fehler können sich nicht, immer größer werdend, über die ganze Zeichnung fortpflanzen, weil jedes Quadrat ein geschlossenes Ganzes bildet. — Der Vorwurf, den man ihr häufig macht: daß das Original durch das darüber gezogene Netz sehr leide, ist auf doppeltem Wege zu beseitigen. Entweder bedeckt man das Original mit durchsichtigem Pflanzen- oder, vornehmlich aus Hausenblase bestehendem, Glaspapier, und construirt auf diesem das quadratische Netz, oder man legt, wenn das Original größer als ein Bogen dieses Papiers ist, einen Copirrahmen (ein Copirgatter) darüber. Der letztere ist ein genau rechtwinklig gearbeiteter hölzerner Rahmen, wo möglich von Lindenholz. Die dünnen Rahmenstücke sind von Strecke zu Strecke so durchbohrt, daß ihre feinen Löcher um die Länge einer Quadratseite des zu construirenden Netzes von einander entfernt sind. Durch diese Löcher werden feine Fäden schwarzer Seide oder Pferdehaare gezogen, und durch diese die Quadrate des Netzes hergestellt. Dies Gatter ist eben

*) Ueber die Fehler, welche in Zeichnungen nach den verschiedenen Maßstäben vorkommen können, und bis zu welcher Größe sie unvermeidlich sind und geduldet werden müssen, ist oben (§. 14.) gesprochen worden.

so brauchbar zum Copiren als ein unmittelbar über das Original gezogenes Netz, wenn die Fäden (Haare) straff angespannt sind, und der Copirrahmen so auf das Original gelegt ist, daß die Fäden dasselbe überall berühren.

B. Wenn die Copieen dem Original nur ähnlich oder in einen kleinern Maßstab reducirt sein sollen.

§. 455. Genaue topographische und Uebersichtscharten lassen sich nur durch Reductionen der im großen Maßstabe ausgeführten Originalaufnahmen herstellen. Bevor aber eine solche Charte angefertigt werden kann, muß das Verhältniß der Größe gegeben sein, in dem die Copie zum Original stehen soll. Es kann entweder nach einem in Zahlen oder Linien gegebenen Längenmaße oder nach dem Flächeninhalt beider Zeichnungen bestimmt werden. — Gewöhnlich bedient man sich zur Reduction von Plänen des quadratischen Netzes, weil dies sehr leicht im verlangten Verhältniß herzustellen ist, und weil, wenn man dann Quadrat für Quadrat copirt, das ganze Original ohne alle Unbequemlichkeit in das kleinere Maßstabsverhältniß der Copie übertragen wird.

Das Größenverhältniß d. Copie zum Original kann nach einem Längenmaße oder nach dem Flächeninhalte beider Zeichnungen bestimmt werden.

§. 456. — a. Soll die Reduction eines Originals, dessen Maßstabsverhältniß zur natürlichen Länge bekannt ist, nach einem andern in Zahlen ausgedrückten Verhältniß zur natürlichen Länge bewirkt werden, so wird das quadratische Netz des Originals und der Copie so angeordnet, daß die Seitenlängen der Quadrate sich zu einander umgekehrt verhalten, wie die Nenner der das Verhältniß beider zur natürlichen Länge bezeichnenden Zahlen. — Sollte z. B. aus einer Originalaufnahme im Maßstabsverhältniß von $\frac{1}{25000}$ eine Operationscharte im Maßstabsverhältniß von $\frac{1}{100000}$ angefertigt werden, so muß die Seitenlänge der Quadrate der letzteren zu der der ersteren sich umgekehrt verhalten, wie 100000 : 25000, d. i. wie 25000 : 100000 = 25 : 100 = 1 : 4. Es müßten mithin, wenn man den Quadraten der Originalaufnahme eine Seitenlänge von 10‴ gäbe, die Quadrate der Copie eine Seitenlänge von $\frac{10}{4}$‴ = 2‴ 5‴‴ bekommen.

a. Wenn das Verhältniß d. Längen in Zahlen gegeb. und das Maßstabsverhältniß des Originals zur natürlich. Länge bekannt ist. c

Nachdem das quadratische Netz entworfen ist, wird gewöhnlich nach dem Augenmaße, in der schon oben (§. 454.) angegebenen Ordnung, Quadrat für Quadrat aus dem größern in den kleinern Maßstab übertragen. Wer indessen beim Co-

piren sehr genau verfahren will, kann sich dabei sehr vortheilhaft des Reductionszirkels (§. 258.) bedienen, der, wenn er richtig gestellt ist, das mit seinen beiden längeren Zirkelspitzen abgegriffene Maß, mit den beiden kürzeren sogleich im verlangten Verhältniß giebt. Zwar läßt sich auch hierzu der gewöhnliche Handzirkel anwenden, allein dann muß jede abgegriffene Weite erst auf den Maßstab des Originals getragen, nach diesem ausgemessen, und sodann vom kleineren der Copie wieder abgenommen werden, bevor sie in letztere übertragen werden kann, wodurch natürlich viel Zeit verloren geht.

b. Wenn das Verhältniß, in dem die Copie zum Original stehen soll, in Linien gegeben ist.

§. 457. — b. Ist das Verhältniß, in dem die Copie zum Original stehen soll, nicht in Zahlen, sondern in Linien gegeben, so sind zwei Fälle möglich:

1. Die Entfernungen auf der Copie sollen sich zu denen auf dem Original verhalten, wie zwei beliebig gegebene gerade Linien. Dann construirt man über beide Pläne Netze, deren Quadratseiten im gegebenen Verhältniß jener Linien stehen. Falls sie zu lang sind, um selbst als Quadratseiten dienen zu können, theile man beide in gleich viel gleiche Theile, z. B. jede Linie in 3 gleiche Theile, und nehme von jeder einen dieser Theile zur Quadratseite. Reicht das hiernach construirte Netz dann auch oben oder an einer Seite mit einem Theil der Grenzquadrate über den Rand des Originals hinaus, so hat dies keinen Nachtheil, denn man kann, nach der Lage, welche die Grenzlinie des Originals in jenen Quadraten einnimmt, auch die Randlinie der Copie verhältnißmäßig einzeichnen.

2. Es ist die Breite und Höhe des Originals, irgend eine Linie als eine Dimension der Copie gegeben, und es soll die andere Dimension der letzteren gefunden werden. Die ganze Aufgabe beschränkt sich darauf, die vierte Proportionale zu ermitteln. Gesetzt, es sei AB, Fig. 240, die Höhe, CD die Breite des Originals, EF die für die Copie bestimmte Höhe, und die Breite der letzteren zu suchen. — Zur Lösung der Aufgabe ziehe man irgend eine beliebige Linie, XY, trage von X nach G die gegebene Höhe, AB, errichte in G eine senkrechte oder eine fast senkrechte Linie, GZ, trage auf diese von G nach H die Breite, CD, des Originals, verbinde XH durch eine gerade Linie, mache XK gleich der Höhe, EF, der Copie, und ziehe durch K eine mit GZ parallele Linie, KL, so ist diese die gesuchte vierte

Proportionale oder die verlangte Breite der Copie, denn da GH || KL, so verhält sich auch XG : GH = XK : KL.

Wenn der Umfang der Copie bestimmt ist, werden ihre Randlinien in eben so viel einander gleiche Theile zerlegt, als die des Originals, beide quadratische Netze construirt, und da diese nun im richtigen Verhältniß zu einander stehen, so kann ohne Weiteres wieder Quadrat für Quadrat übertragen und das Original, wie verlangt, reducirt werden.

c. Benutzung eines Originals, dessen Maßstab unbekannt oder im d.-Maße angefert. ist, zur Ergänz. eines andern im d.-Maße entworfenen Originals.

§. 458. — c. Wenn ein Original, dessen Maßstab unbekannt oder, wie gewöhnlich bei Feldmarks- und Forstcharten, im Duodecimalmaße angefertigt ist, zur Ergänzung eines andern im Decimalmaße entworfenen Originals benutzt werden soll, suche man auf dem einen Original zwei von einander möglichst entfernt gelegene, scharf markirte Punkte, die auch auf dem andern vorhanden und auf beiden sicher bestimmt sind, verbinde dieselben auf jeder Zeichnung durch eine gerade Linie, betrachte diese als die Grundlinie des zu entwerfenden quadratischen Netzes, theile sie dem gemäß in gleich viel gleiche Theile, von denen natürlich die des kleinern Originals verhältnißmäßig kleiner sein werden, und construire über und unter jener Grundlinie und deren Verlängerungen das Netz.

Durch Anwendung dieses Verfahrens wird der militairische Zeichner, ohne der Genauigkeit der Reduction irgendwie Abbruch zu thun, aller Weitläufigkeiten überhoben, die durch Ermittelung des Größenverhältnisses entstehen, in dem ein im Duodecimalmaße angefertigter Plan zu einem im Decimalmaße zu entwerfenden steht, und wobei man nicht selten auf Irrationalzahlen stößt.

d. Wenn das Verhältn. des Flächeninhaltes bestimmt ist, in dem die Copie z. Original stehen soll.

§. 459. — d. Endlich kann wohl, wenn auch bei militairischen Arbeiten höchst selten, der Fall vorkommen, daß ein Original von einem gewissen Flächenraum in der Copie auf einen anderen Flächenraum, der zu dem ersteren in einem bestimmten kleineren Verhältniß steht, reducirt werden soll. Er ist fast nur denkbar, wenn ein großes, schwer zu übersehendes Original, der bessern Uebersichtlichkeit wegen, auf ein kleines Blatt von bestimmter Größe übertragen werden soll, oder wenn man ermitteln will, ob ein Original sich auf irgend einen bestimmten Darstellungsraum in verkleinerter Copie wiedergeben lasse.

Bei Lösung dieser Aufgabe kommt es hauptsächlich darauf an, das Längenverhältniß zu ermitteln, in welchem die Grundlinien der zu entwerfenden quadratischen Netze beider Zeichnungen zu einander stehen müssen. Da aber in dieser Beziehung

das, was von einem Theile gilt, auch für das Ganze Geltung hat, so kann man, um nicht zu lange Linien zu bekommen, zunächst das Verhältniß beider Maßstäbe zu einander feststellen, und wenn dies geschehen ist, nach Maßgabe desselben das quadrirte Netz auf die oben (§. 456.) näher beschriebene Weise entwerfen.

Soll z. B. ein Plan (eine Charte) in der Copie auf $\frac{1}{m}$ des Flächenraums reducirt werden, so trage man dessen Maßstab mit allen seinen Unterabtheilungen auf eine gerade Linie von A nach B, Fig. 241, beschreibe über AB aus dem Halbirungspunkt, H, mit $\frac{1}{2}$ AB einen Halbkreis, trage von A nach C hierauf $\frac{1}{m}$ AB, errichte in dem gefundenen Punkt einen Perpendikel, CD, und verbinde den durch den Halbkreis bestimmten Endpunkt, D, desselben mit dem Endpunkt, A, der Grundlinie, so wird AD die verlangte Grundlinie des gesuchten kleineren Maßstabes sein. Denn es verhält sich

$$AD : AC = AB : AD$$
$$AD^2 = AB \cdot AC$$

Da nun $AC = \frac{1}{m}$ AB, so muß auch AB . AC ein Rechtseit sein, dessen Flächenraum $= \frac{1}{m} AB^2$ ist, weshalb auch $AD^2 = \frac{1}{m} AB^2$.

Sobald in AD die Grundlinie des neuen Maßstabes gefunden ist, ziehe man durch alle Theilpunkte, C, H, G, des Maßstabes Parallellinien mit BD bis zu AD, so werden die Unterabtheilungen, A c, c h, h g und g D, des neuen Maßstabes im verlangten Verhältniß zu den Unterabtheilungen, AC, CH, HG und GB, des alten Maßstabes stehen. Der Bequemlichkeit beim Copiren und der größern Genauigkeit wegen können beide Maßstäbe, der eine über AD, der andere unter AB, wie es in Fig. 241 geschehen ist, auf die oben (§. 18. und 19.) näher beschriebene Weise ausgeführt werden.

Auch kann man, um die gesuchte Grundlinie des neuen kleineren Maßstabes zu finden, nachdem der gegebene Maßstab auf eine gerade Linie von A nach B, Fig. 242, getragen und die letztere von B nach C um $\frac{1}{m}$ AB verlängert ist, über AC aus dem Halbirungspunkt, H, mit $\frac{1}{2}$ AC einen Kreis beschreiben, in B den Perpendikel BD errichten und bis zum Halb-

kreise verlängern. Dann ist der Perpendikel BD die verlangte Grundlinie des neuen Maßstabes, da

$$BD^2 = AB \cdot BC$$

$$BC = \frac{1}{m} AB$$

folglich $BD^2 = AB \cdot \frac{1}{m} AB = \frac{1}{m} AB^2$ ist.

Diese Construction hat vor der ersteren den Vorzug, daß eine Linie weniger zu ziehen ist, und mithin ein Fehler weniger begangen werden kann.

### 3. Das Zusammentragen von Croquis oder ungenauen Plänen zu einem Plane oder einer Charte.

Das quadratische Netz ist dazu nicht geeignet.

§. 460. Trotz aller Vortheile, welche das quadratische Netz beim Copiren eines Planes gewährt, ist es dennoch nicht anwendbar, wenn mehrere Charten, Pläne, Originalaufnahmen, oder Croquis eines Terrains, die sich gegenseitig ergänzen, zu einer Charte oder einem Plane zusammengetragen, und wenn dabei nach den einen vielleicht die Orte, Wege, Gewässer ꝛc. oder chorographischen Gegenstände, nach den anderen die Unebenheiten des Bodens dargestellt werden sollen. Denn sind jene Arbeiten in allen ihren Theilen nicht vollkommen genau, so treten gleich nach der Construction jenes Netzes alle Differenzen in der Lage gleichnamiger Terraingegenstände sehr merklich hervor, indem diese Gegenstände auf dem einen Plane (Croquis ꝛc.) ganz anders in den Quadraten liegen, als auf dem andern. Zeichnete man nun beim Copiren nach dem einen z. B. die Wege, Orte und Wiesen, nach einem zweiten die Unebenheiten des Terrains, gerade wie sie in den darüber gezogenen Quadraten sich befinden, so würde ein Weg in der Copie vielleicht über ein ganz anderes Terrain hinweg gehen, als in der dargestellten Gegend; ein auf einem Höhenrücken gelegenes Dorf vielleicht in einem Thale, ein Berg dagegen etwa in einer nassen Wiese gezeichnet werden müssen. Wollte man hingegen die Lage der Gegenstände des einen Plans als Richtschnur für die des andern annehmen, so könnte man sich wieder nicht nach den über diesen gezogenen Quadraten richten. Es ist daher unmöglich, mit Hilfe des quadratischen Netzes eine Vereinbarung verschiedener, nicht vollständig richtiger Charten, Pläne und Croquis zu bewirken und eine nur einigermaßen sichere und brauchbare Arbeit zu liefern.

Ein Triangelnetz sehr anwendbar.

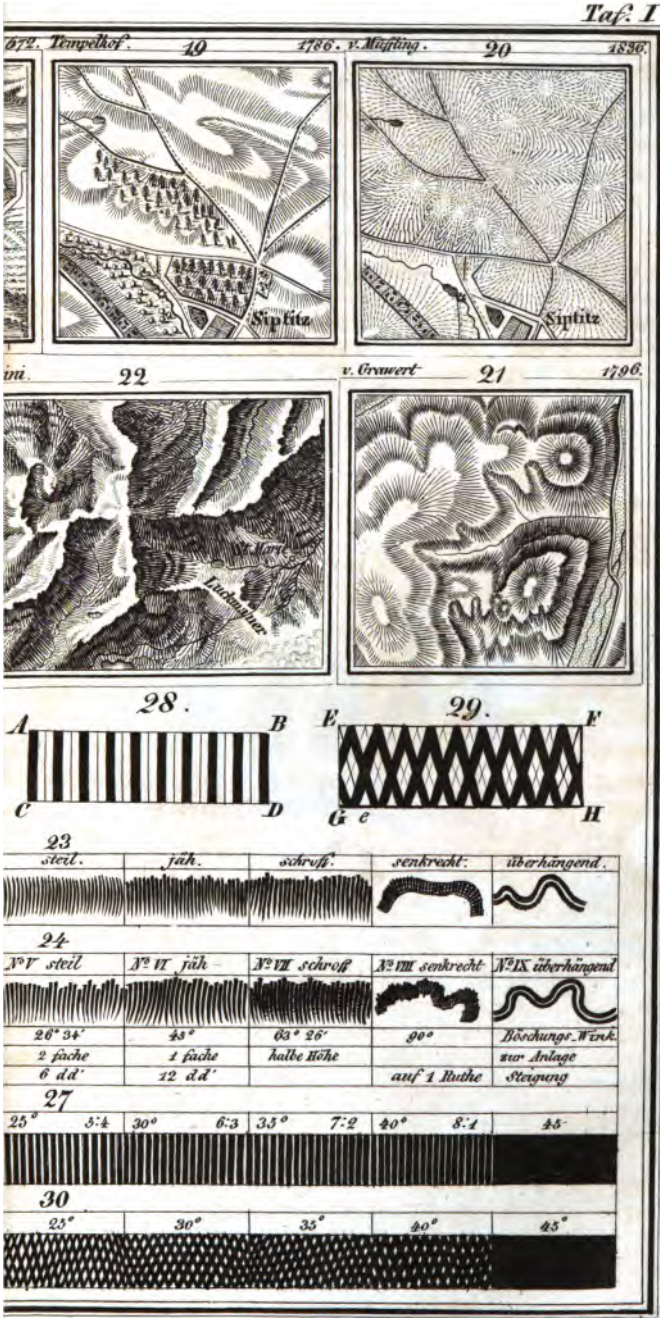
§. 461. Durch ein Dreiecksnetz läßt sich indessen jenes Ziel einer brauchbaren Arbeit ziemlich sicher erreichen. Man

verbindet nämlich je drei und drei auf den zusammenzutragenden Plänen (Charten, Croquis) vorhandene und scharf bezeichnete, wichtige Terrainpunkte durch gerade Linien mit einander, stellt auf denselben dadurch ein Triangelnetz her, überträgt zunächst von dem Plane, den man für den richtigsten erkennt und daher der ganzen Arbeit zum Grunde legen will, Triangel für Triangel auf die Copie, und füllt sodann den von diesen umschlossenen Raum nach den übrigen Plänen auf die Weise aus, wie bei einem quadratischen Netze. Freilich werden die gleichnamigen Dreiecke auf den verschiedenen Plänen nicht immer einander ähnlich sein, allein das hat um so weniger etwas zu sagen, als in der Copie wenigstens die Lage der Hauptpunkte so richtig bestimmt ist, als es die Umstände erlauben, die der untergeordneten Gegenstände sich mehr oder weniger nach jenen richtet, und einzelne Verschiebungen innerhalb der einzelnen Triangel sich leicht ausgleichen lassen.

Sollte irgend ein Triangel zur genauen Uebertragung seines an Terraindetail reichen Inhalts zu groß geworden sein, so zerlegt man denselben auf dem Original und der Copie in kleinere Theile, indem man je zwei und zwei analog liegende Seiten, z. B. AB und a b, wie BC und b c, Fig. 243, in beliebig viel einander gleiche Theile zerlegt, durch die Theilpunkte Parallellinien mit der andern zerlegten Seite zieht, und dadurch zunächst dieser Linien und in der Mitte des Triangels Rauten oder Quadrate, an der dritten Seite aber Parallel*trapeze* oder Triangel erhält, deren Terraininhalt sich nun ganz bequem aus der Original-Zeichnung in die Copie übertragen läßt.

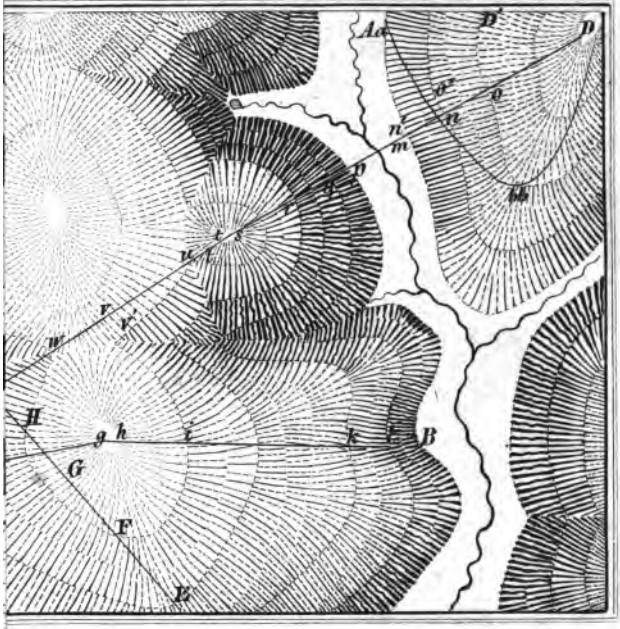
Das Copiren mit Hilfe eines solchen Triangelnetzes gewährt den sehr bedeutenden Vortheil, daß man, wenn man sich entweder durch selbstständige Messung, durch Uebertragung aus genau gearbeiteten Plänen oder guten Charten, ein richtiges Netz gebildet hat, die größten Verschiebungen ausgleichen, mangelhafte Aufnahmen oder Croquis, deren Detail aber richtig ist, in ganz brauchbare Pläne oder richtige Charten umarbeiten, und selbst die Aufnahme eines größeren Terrains theils sehr beschleunigen kann. — Sollte z. B. von einem bedeutenden Flächenraum möglichst schnell ein Plan angefertigt werden (§. 364.), so könnte man mehrere Officiere mit dem Croquiren der einzelnen Terrainabschnitte beauftragen, während einer (oder mehrere) mit Hilfe des Meßtisches oder anderer Instrumente jene Gegend triangulirt, die Lage aller ausgezeichneten Richtobjecte, wie Kirchthürme, Windmühlen ꝛc., bestimmt, und endlich Zeichner die einzelnen Croquis, je nachdem sie fertig werden, successive in das Triangelnetz jener genau bestimmten Punkte eintragen und die im Croquis unvermeidlichen Verschiebungen ausgleichen. Auf diese Weise läßt sich also Triangulation, Aufnahme und Ausarbeitung des Plans, die sonst nur nach einander bewirkt werden können, fast zu ein und derselben Zeit ausführen.

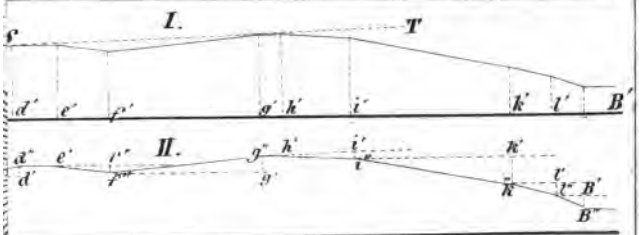
Gedruckt bei Carl Friedrich Amelang.




gest. v. F. Jüttelg.

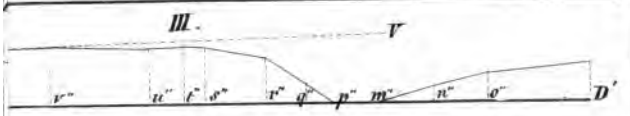
54.

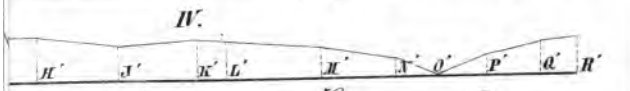




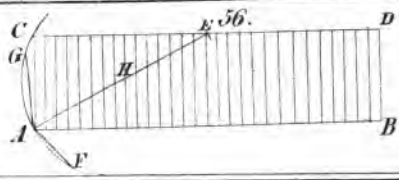




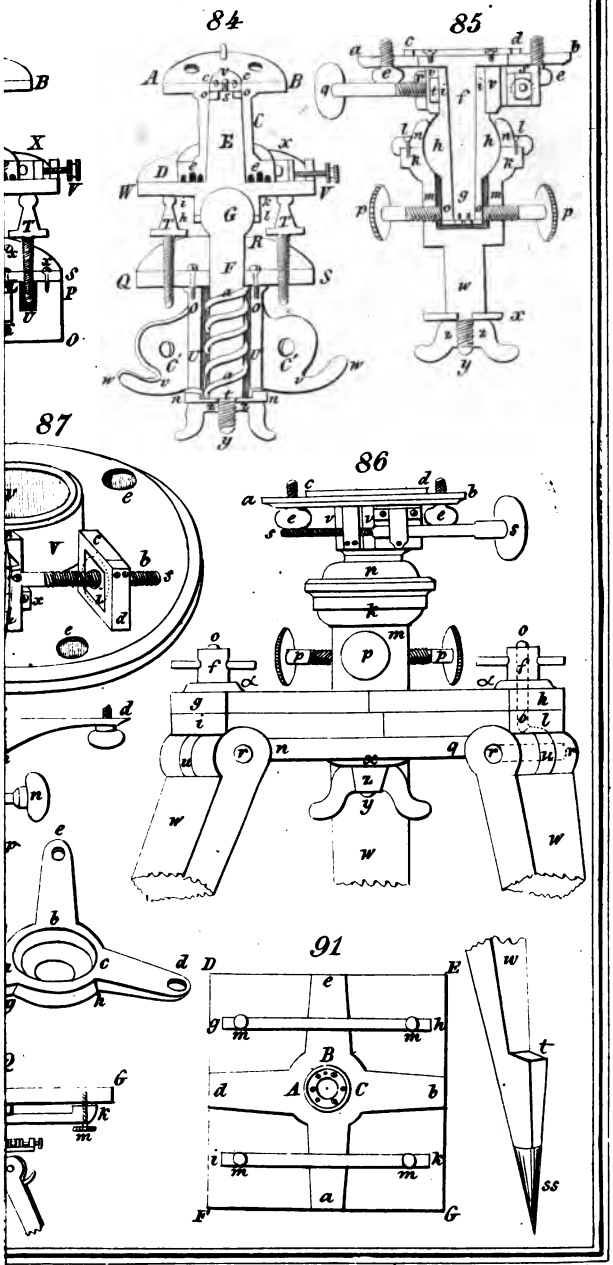




55.

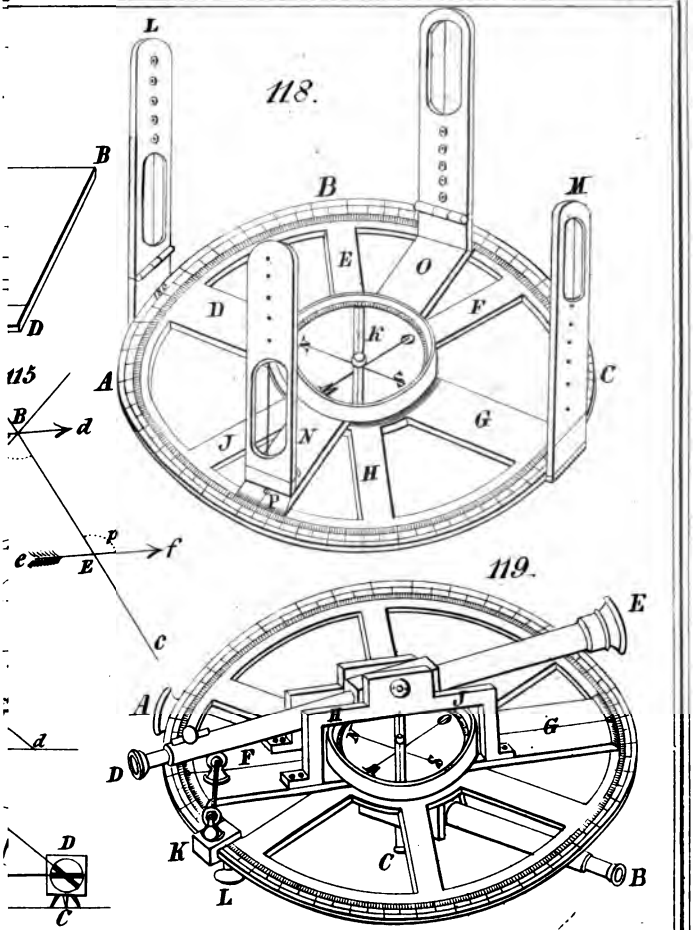
56.



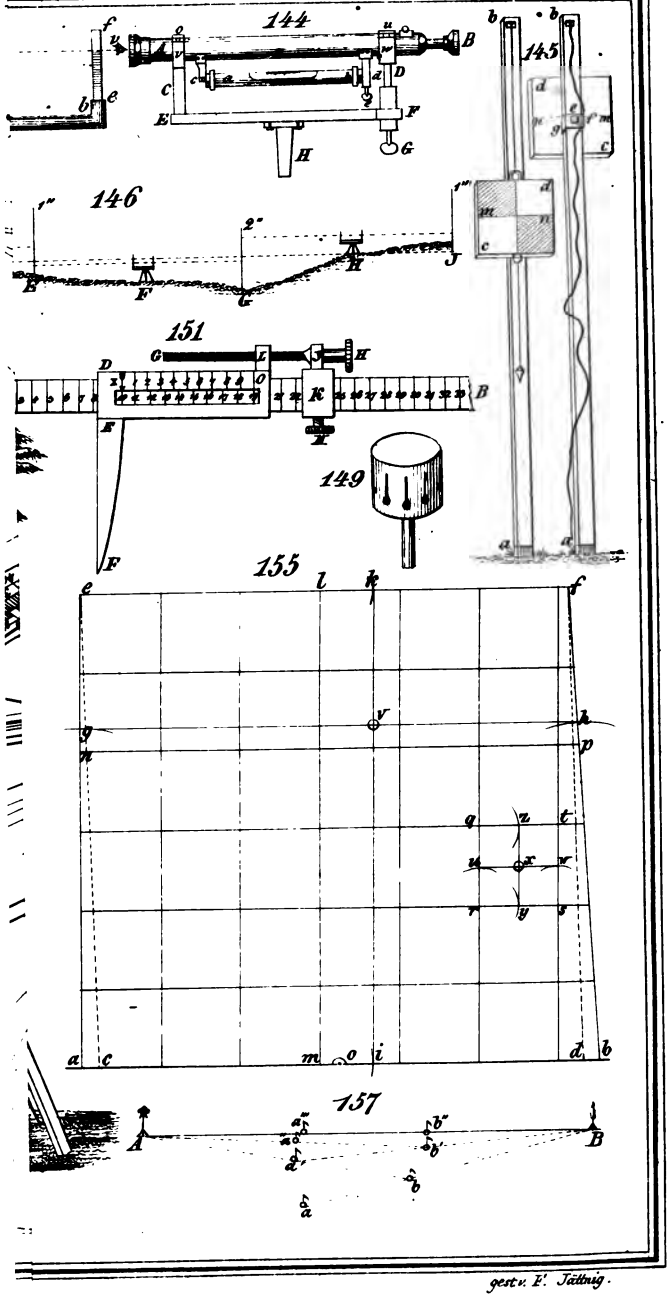

gest. v. F. Hildnig.



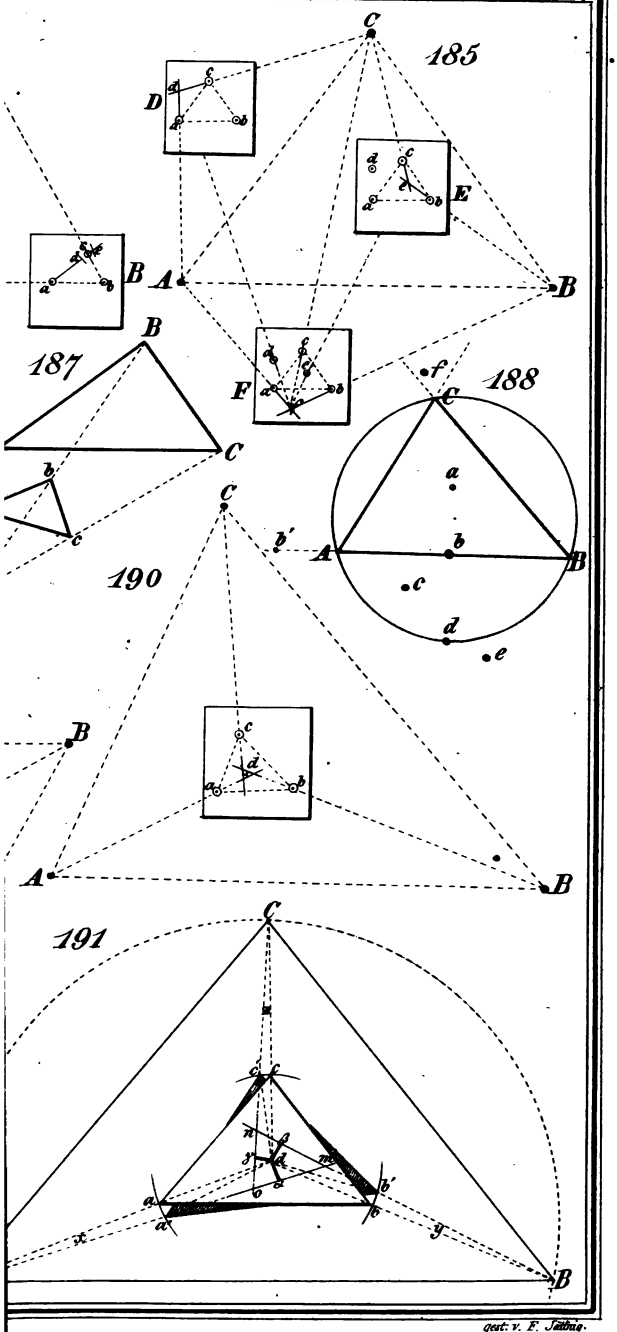

gest. v. F. Jüttnig.




gest. v. E. Jattnig.

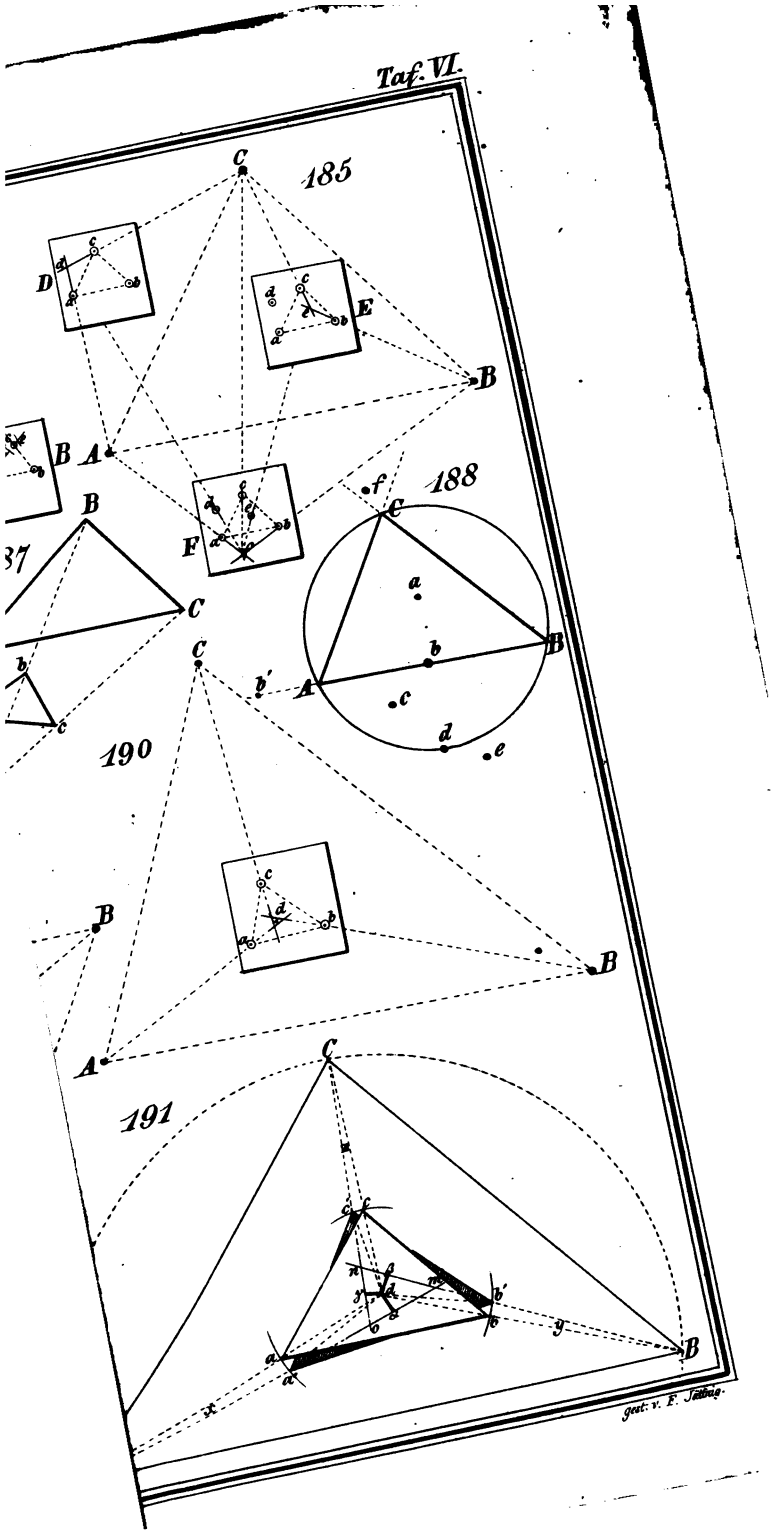


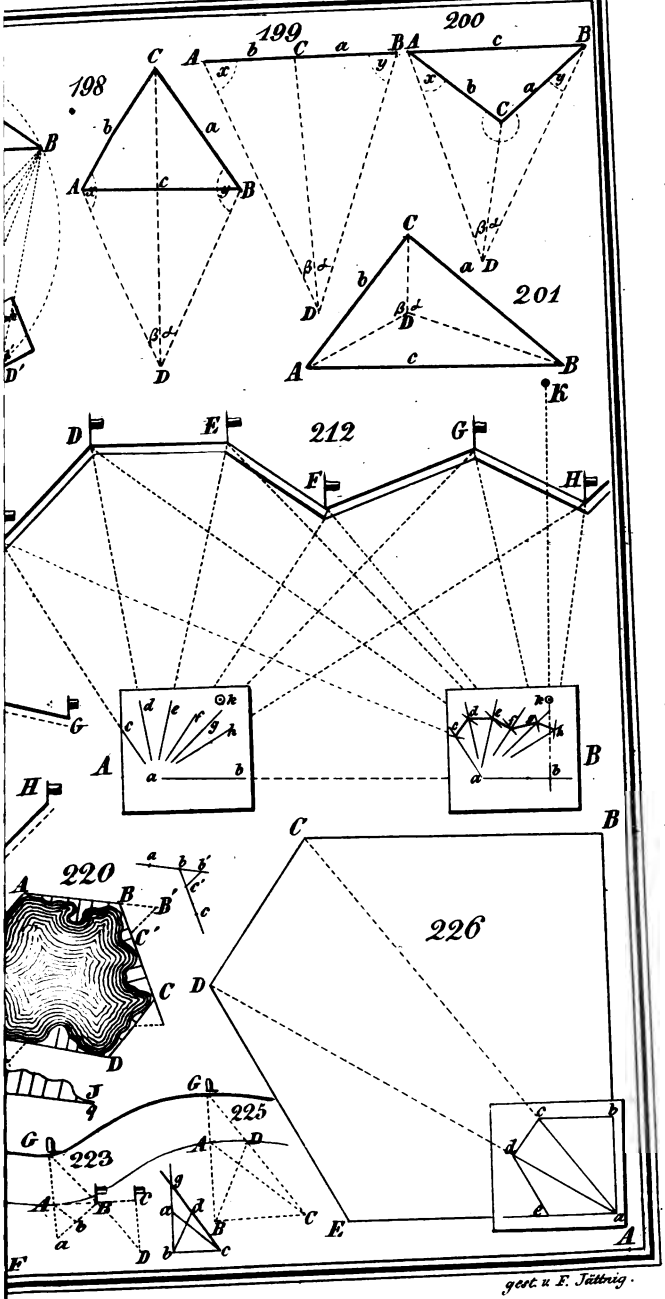

gest. v. F. Jättnig.




gest: v. F. Jettnig.

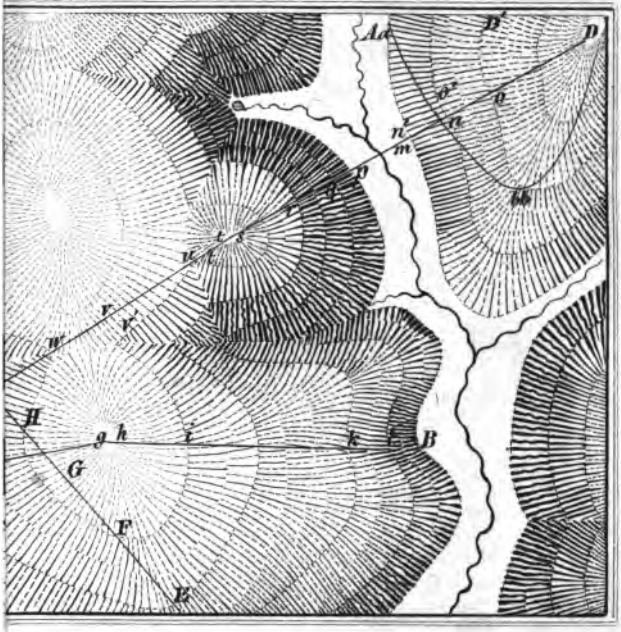
Taf. VI.

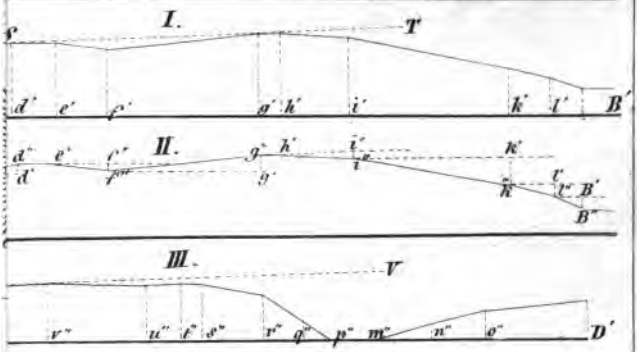





gest. u. F. Jättnig.

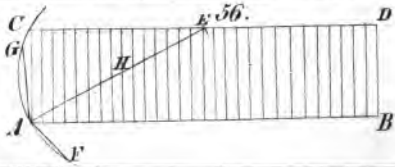
54.



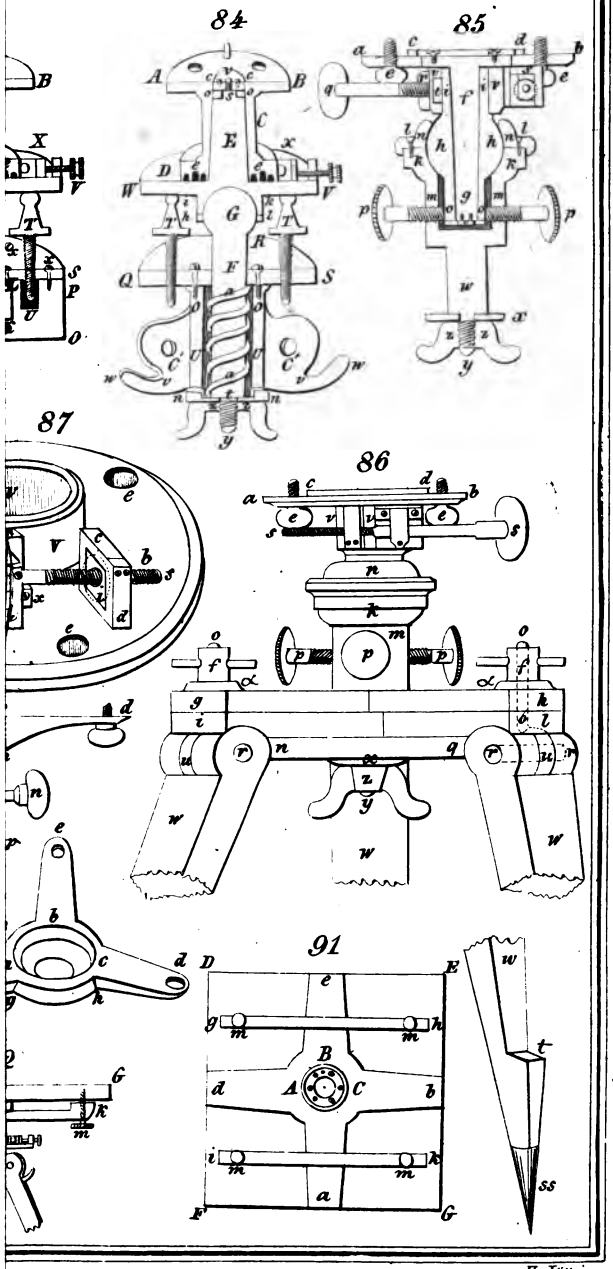




55.

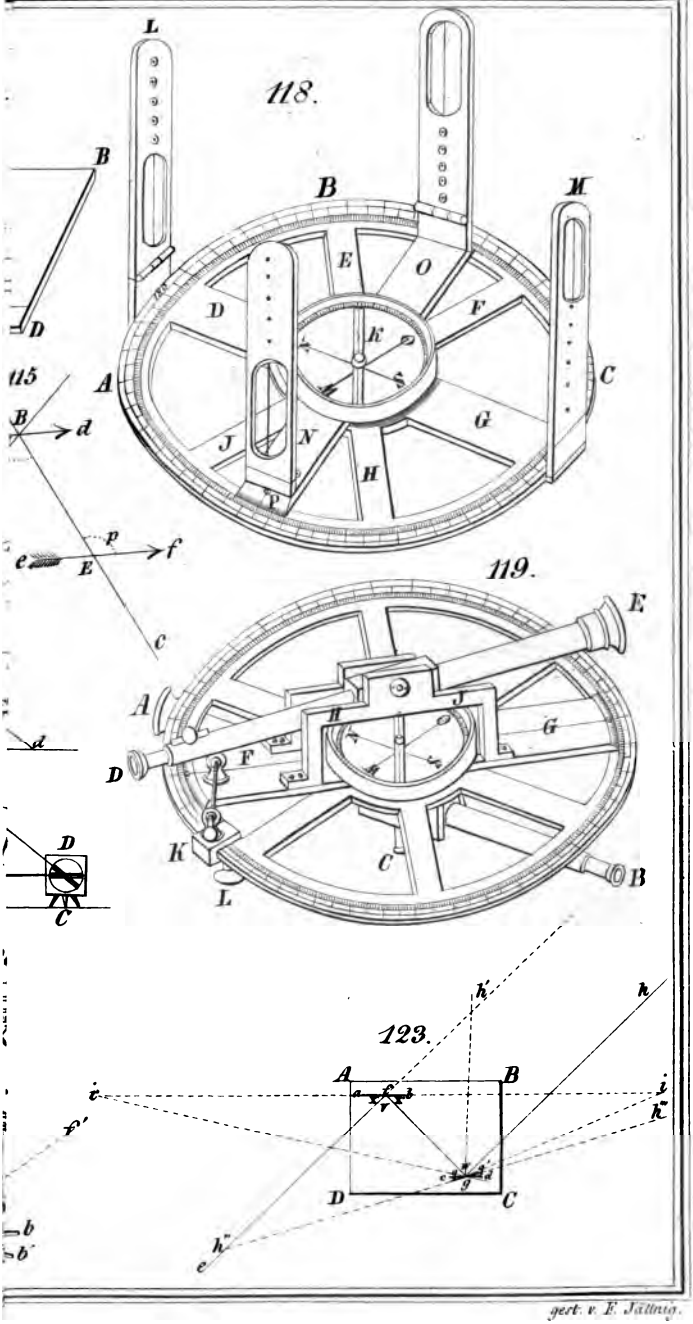
56.



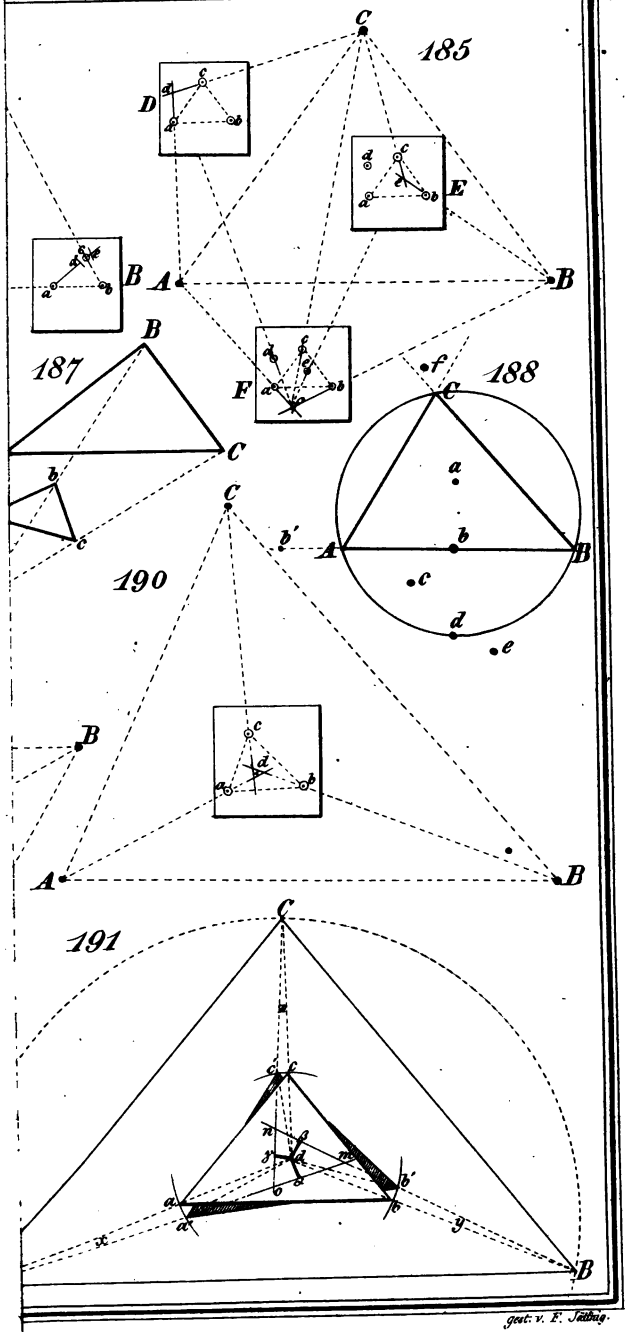

gest. v. F. Jüttnig.



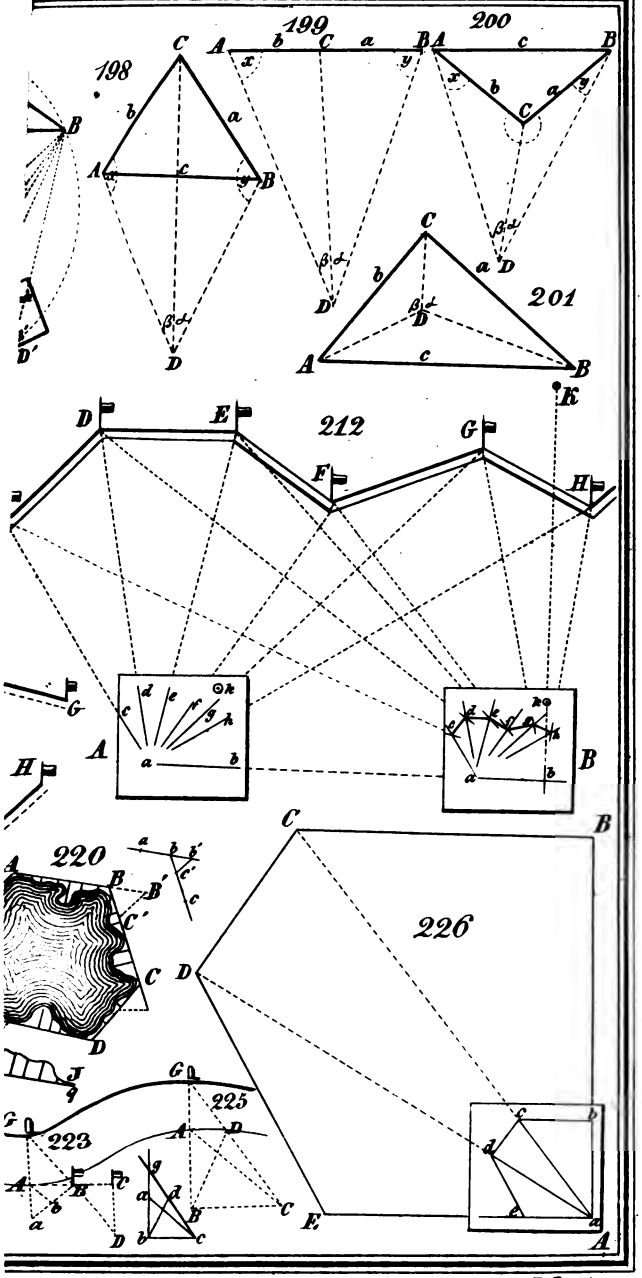

gest. v. F. Jüttnig.



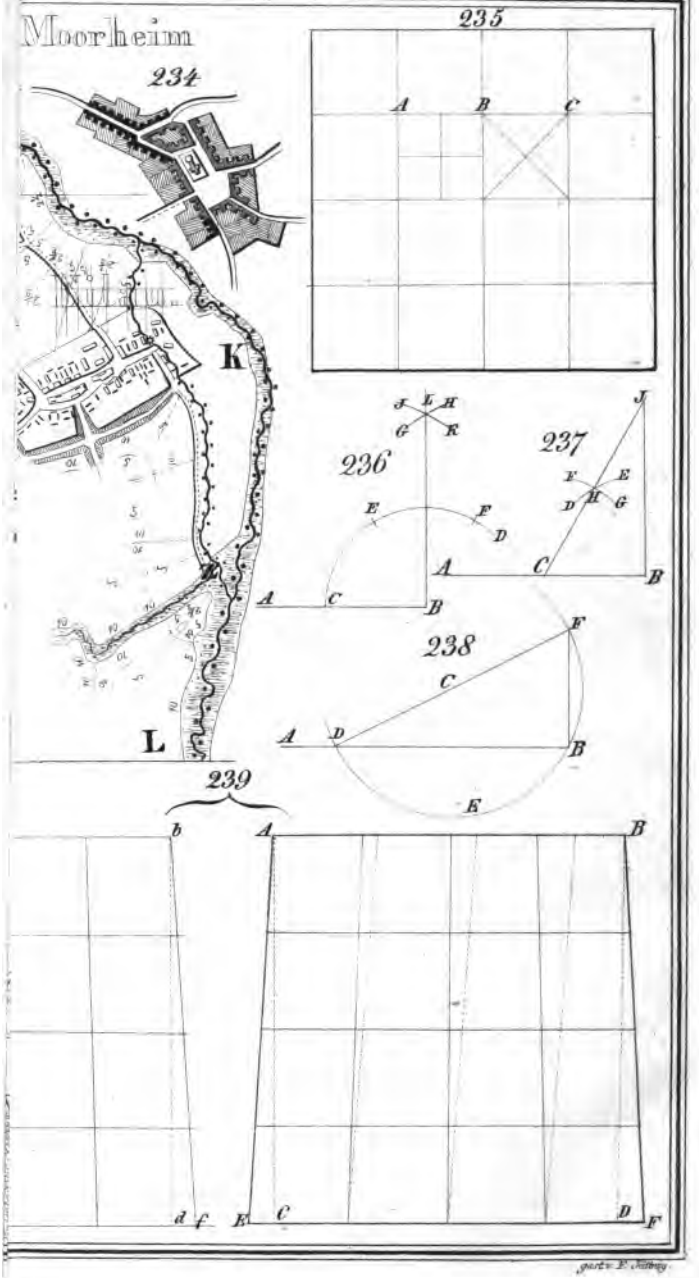

gest. v. F. Jättnig.



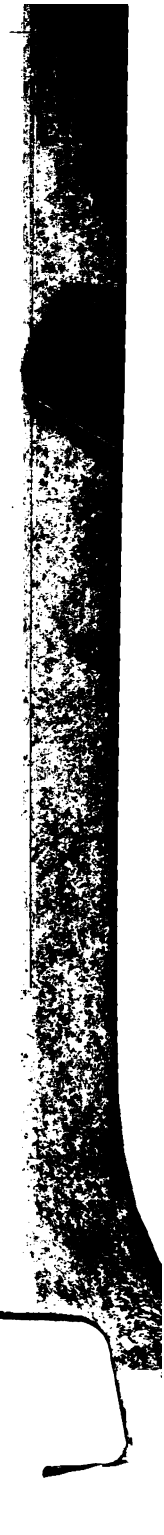

gest. v. F. Jetting.




gest. u. F. Jättnig.


Moorheim
234
235
A
B
C
K
L
236
237
238
239
E
F
D
G
H
J
a
b
d
f

This book should be returned to the Library on or before the last date stamped below.

A fine of five cents a day is incurred by retaining it beyond the specified time.

Please return promptly.